ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ

ಪ್ರಚಾರಪುಸ್ತಕಮಾಲೆ—೧೬

ಬೆಳಕು

ಟಿ. ಎಸ್. ಸುಬ್ಬರಾಯ,

ಡಿ.ಎಸ್‌ಸಿ., ಎಫ್.ಎ.ಎಸ್‌ಸಿ.

ಮೈಸೂರು

ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ

೧೯೪೯

ಬೆಲೆ: ೪ ಆಣೆ.

ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ ಪ್ರಚಾರಪುಸ್ತಕಮಾಲೆ—೧೬

ಬೆಳಕು

ಟಿ. ಎಸ್. ಸುಬ್ಬರಾಯ, ಡಿ.ಎಸ್‌ಸಿ., ಎಫ್.ಎ.ಎಸ್‌ಸಿ.

ಮೈಸೂರು

ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ

೧೯೪೮

ಮೊದಲನೆಯ ಮುದ್ರಣ: ೧೯೪೦
ಎರಡನೆಯ ಮುದ್ರಣ: ೧೯೪೮
೨,೦೦೦ ಪ್ರತಿಗಳು.

ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಬಿ. ಬಿ. ಡಿ. ಪವರ್ ಪ್ರೆಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ
ಯು. ನರಸಿಂಹ ಮಲ್ಯರಿಂದ ಮುದ್ರಿತವಾಯಿತು

ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ, ಮೈಸೂರು
ಇವರಿಂದ ಪ್ರಕಟಿತವಾಯಿತು

ಮುನ್ನುಡಿ

ಈ ಪ್ರಚಾರಪುಸ್ತಕಮಾಲೆ ಮೂರು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ರಾರಂಭವಾಯಿತು. ಅತಿ ಸುಲಭವಾದ ಬೆಲೆಯಿಟ್ಟು ಇಂಥ ಷ್ಟ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಹೊರಡಿಸಿದರೆ, ಅವನ್ನು ಓದಿ ಮೆಚ್ಚು ವರು ಮೈಸೂರಿನ ಜನರಲ್ಲಿ ಬಹುವಾಗಿ ದೊರೆಯುವರೆಂಬ ರವಸೆಯೇ ಈ ಪ್ರಯತ್ನಕ್ಕೆ ಪ್ರೇರಕ. ಮೊಟ್ಟಮೊದಲು ಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ ಕೈಕೊಂಡ ಈ ಹೊಸ ಾರ್ಗದ ಉದ್ಯಮವು ಅದನ್ನು ಏರ್ಪಡಿಸಿದವರ ಅತ್ಯಂತ ರೀಕ್ಷೆಯನ್ನೂ ಮೀರಿ ಫಲಕಾರಿಯಾಗಿದೆಯೆಂದು ದಿಟವಾಗಿ ೕಳಬಹುದು. ಈ ಮೂರು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ೩೪ ಪುಸ್ತಕಗಳು ಪ್ರಕಟವಾಗಿವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ೧೨ ಸಾಹಿತ್ಯಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟವು; ೧ ಭೌತ ಮತ್ತು ಜೀವವಿಜ್ಞಾನಗಳನ್ನು ಕುರಿತವು; ಉಳಿದ ವನ್ನು ಸಾಮಾಜಿಕಶಾಸ್ತ್ರಗಳ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿಸಬಹುದು. ಇವು ಗಳ ವಿಷಯಕ್ಷೇತ್ರವು ವಿಶಾಲವಾದದ್ದು. ಕನ್ನಡದ ವಿಚಾರ ರಲ್ಲಿ ಯಾರ ಮಾತಿಗೆ ಮನ್ನಣೆಯಿದೆಯೋ ಅಂಥ ಮಹ ೕಯರು ಈ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಅತ್ಯುತ್ಸಾಹದಿಂದ ಬರಮಾಡಿ ಕೊಂಡಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಮಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಹೊಸದೊಂದು ಪುಸ್ತಕ ಹೊರಬಿದ್ದ ದಿನವೇ ಸುಮಾರು ೬೦೦ ಪ್ರತಿಗಳು ಮಾರಾಟ ವಾಗುತ್ತವೆ; ಈ ಮೂರು ವರ್ಷಗಳ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ೦,೦೦೦ ಪ್ರತಿಗಳು ವಿಕ್ರಯವಾಗಿವೆ. ಈ ಪುಸ್ತಕಮಾಲೆ ಯನ್ನು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದವರು ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ವೈಸ್-ಛಾನ್ಸೆಲರ್ ಪದವಿಯಿಂದ ಈಗತಾನೆ ವಿಶ್ರಾಂತಿ

ಪಡೆದಿರುವ ರಾಜಕಾರ್ಯಪ್ರವೀಣ ಶ್ರೀಮಾನ್ ಎನ್. ಎಸ್. ಸುಬ್ಬರಾಯರು; ಇದು ಯುಕ್ತವಾಗಿಯೇ ಇಷ್ಟೊಂದು ಜನ ಪ್ರಿಯವಾಗಿರುವುದನ್ನು ನೋಡಿ ಅವರಿಗೆ ತುಂಬ ತೃಪ್ತಿ ಯುಂಟಾಗಿರಬೇಕು. ಈ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಯಾವ ಪ್ರತಿಫಲವೂ ಇಲ್ಲದೆ ಬರೆದುಕೊಟ್ಟಿರುವ ಗ್ರಂಥಕರ್ತರಿಗೆ ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವ ವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ವಂದನೆಗಳು ಸಲ್ಲಬೇಕಾಗಿವೆ. ಈ ಮಾತು ಗಳನ್ನು ಮುಗಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆ ಈ ಮಾಲೆಯ ಪ್ರಧಾನ ಸಂಪಾದಕರಾದ ಶ್ರೀಮಾನ್ ಜಿ. ಹನುಮಂತರಾಯರನ್ನು ಕುರಿತು ಮೆಚ್ಚಿಕೆಯ ಮಾತೊಂದನ್ನು ನಾನು ಆಡದಿದ್ದರೆ ಲೋಪವಾದೀತು. ಸಂಪಾದಕ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಇವರು ಸಲ್ಲಿಸಿರುವ ಕಾಲ, ಶಕ್ತಿ, ಶ್ರದ್ಧೆ ಇವು ಎಷ್ಟೆಂಬುದು ಅವರ ದುಡಿಮೆಯನ್ನು ಹತ್ತಿರದಿಂದ ನೋಡಿದವರಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಗೊತ್ತಾಗಬಲ್ಲುದು. ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಪ್ರಚಾರಪುಸ್ತಕಮಾಲೆ ಇಂದಿನಂತೆಯೇ ಮುಂದೆಯೂ ಬಹುಕಾಲ ಜನಪ್ರಿಯವಾಗಿ ನಿಲ್ಲಲೆಂದು ಹಾರೈಸುತ್ತೇನೆ.

ಮೈಸೂರು, ೨೪—೪—೧೯೪೨

ಇ. ಜಿ. ಮೆಕಾಲ್ಪೈನ್
ವೈಸ್-ಛಾನ್ಸೆಲರ್

ವಿಷಯ ಸೂಚಿಕೆ

ಬೆಳಕು ಮತ್ತು ಅದರ ಉಪಯೋಗಗಳು

೧. ಪೀಠಿಕೆ

ಹೇಳೀಗ, ಬೆಳಕೆಂದು ಕರೆಯುವರದೇನನ್ನು?
ಕಾನದನದೆಂದಿಗೂ ಸವಿಯಲಾರೆ.
ನೋಟದಿಂದೊದಗುವಾ ಸೌಖ್ಯಂಗಳೇನುಂಟು?
ಹೇಳೆಲೈ ಬಡಕುರುಡ ಹುಡುಗನಾದೆನಗೆ.

—Cibber

ಕುರುಡನೊಬ್ಬನ ಮೊರೆಯನ್ನು ಕವಿ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿರುವಂತೆ ವರ್ಣಿಸಿರುವನು. ವೈಜ್ಞಾನಿಕರ ಶೋಧನೆಗಳಿಗೂ ಅದೇ ಪಲ್ಲವಿಯಾಗಿದೆ ಎನ್ನಬಹುದು. ಮನುಷ್ಯರಲ್ಲಿ ನಾಗರಿಕತೆ ಬೆಳೆದ ಕೂಡಲೇ ಬೆಳಕಿನ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ಮೊದಲಾದುವು. ಈಗಲೂ ಬೆಳಕಿನ ಸ್ವರೂಪ ಇಂತಹುದೇ ಎಂದು ನಿಷ್ಕರ್ಷೆ ಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಈ ಸಾವಿರಾರು ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಮನುಷ್ಯರ ಬುದ್ಧಿ ಮುಂದಡಿಯಿಡದೆ ನಿಂತಿಲ್ಲ. ಬೆಳಕಿನ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಬೇಕೆಂಬ ಗುರಿಯ ಸಾಧನೆಯಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟೋ ಮುಂದುವರಿದಿದ್ದೇವೆ. ಈ ಉದ್ಯಮದ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಮುಖ್ಯವಾದ ಅನೇಕ ಸಾಧನಗಳು ನಿರ್ಮಿತವಾಗಿವೆ. ಮನುಷ್ಯ ಜೀವನವು ಇದರಿಂದ ಎಷ್ಟೋ ಮಾರ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಈ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ತಿಳಿವಳಿಕೆಯೂ ಬಹಳವಾಗಿ ವಿಕಾಸ ಹೊಂದಿದೆ. ಈ ಉದ್ಯಮದ ಕೆಲವು ಘಟ್ಟಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ

ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಇಲ್ಲಿ ವರ್ಣಿಸಲಾಗುವುದು. ಗ್ರಂಥದ ಮೊದಲಿನಲ್ಲಿಯೋ, ಕೊನೆಯಲ್ಲಿಯೋ ಫಲಶ್ರುತಿಯನ್ನು ಬರೆಯುವ ವಾಡಿಕೆಯುಂಟಷ್ಟೆ? ಇಲ್ಲಿ ಬರೆದಿರುವ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯುವುದರಿಂದ ಈಗಿನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ಜೀವನವನ್ನು ಮಾರ್ಪಡಿಸಿ ಬುದ್ಧಿಯನ್ನು ವಿಕಾಸಗೊಳಿಸಿರುವ ಅನೇಕ ಸಂಗತಿಗಳ ಪರಿಚಯವುಂಟಾಗುವುದೆಂಬುದೇ ಈ ಚಿಕ್ಕ ಪುಸ್ತಕದ ಫಲಶ್ರುತಿ.

ನಮಗೆ ಕಣ್ಣುಗಳ ಮೂಲಕ ಪ್ರಪಂಚ ಜ್ಞಾನ ಉಂಟಾಗಿರುವಷ್ಟು ಮತ್ತಾವ ಇಂದ್ರಿಯದಿಂದಲೂ ಆಗಿಲ್ಲ. ಕಣ್ಣು ಕಾಣದೆ ಜೀವನದ ಯಾವ ಕೆಲಸವೂ ಸರಿಯಾಗಿ ಸಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಕಣ್ಣು ಕಾಣಿಸಬೇಕಾದರೆ ಬೆಳಕು ಬೇಕೇ ಬೇಕು. ಹೀಗೆ ನಮ್ಮ ಜೀವನಕ್ಕೆ ಅತ್ಯಂತ ಆವಶ್ಯಕವಾದ ಬೆಳಕಿನ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಕುರಿತು ಬಹು ಹಿಂದಿನ ಕಾಲದಲ್ಲಿಯೇ ಕೆಲವು ಊಹೆಗಳು ಹುಟ್ಟಿದ್ದುವು. ಆದರೆ ಅವುಗಳನ್ನು ಸ್ಥಿರಪಡಿಸಲು ಬೇಕಾದ ಸಂಗತಿಗಳು ಮಾತ್ರ ಬಹು ಸ್ವಲ್ಪವೇ ತಿಳಿದಿದ್ದುವು. ಹೀಗೆ ಭದ್ರವಿಲ್ಲದ ಬುಡದ ಮೇಲೆ ಹುಟ್ಟಿದ ಈ ಊಹೆಗಳು ತಲೆಕೆಳಗಾದುದರಲ್ಲಿ ಆಶ್ಚರ್ಯವೇನೂ ಇಲ್ಲ. ಹಿಂದಿನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ತಿಳಿದಿದ್ದ ನಿಯಮಗಳು ಎರಡೇ ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಬೆಳಕು ನೇರವಾಗಿ ಪ್ರಸರಿಸುವುದೆಂಬುದು ಮೊದಲನೆಯದು. ಪ್ರತಿಫಲನವು (Reflection) ಅನುಸರಿಸುವ ನಿಯಮವೇ ಎರಡನೆಯದು. ಈ ನಿಯಮಗಳು ಪ್ರಾಚೀನ ಗ್ರೀಕರಿಗೆ ತಿಳಿದಿದ್ದುವು. ರಶ್ಮಿಭಂಗವು (Refraction) ಯಾವ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ ನಡೆಯುವುದೆಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಸಾವಿರಾರು ವರ್ಷಗಳು ಕಳೆಯಬೇಕಾಯಿತು. ಕ್ರಿ. ಶ. 1621ರಲ್ಲಿ ಸ್ನೆಲ್

(Snell) ಎಂಬ ಡಚ್ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನು ಈ ನಿಯಮವನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿದನು. ಅಲ್ಲಿಂದೀಚೆಗೆ ಬೆಳಕಿನ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಹೊಸ ಸಂಗತಿಗಳು ತಿಳಿದುಬಂದಿವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವನ್ನು ಮುಂದೆ ವರ್ಣಿಸಲಾಗುವುದು. ಈ ಸಂಗತಿಗಳೂ ನಿಯಮಗಳೂ ತಿಳಿದುದರಿಂದ ಬೆಳಕಿನ ಸ್ವರೂಪದ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರ ಅಭಿಪ್ರಾಯ ಬಹಳ ಮಾರ್ಪಟ್ಟಿತು. ಈಗಲೂ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ತಿಳಿಯುವುದು ಬಹು ಮುಖ್ಯವಾದ ಸಮಸ್ಯೆಯಾಗಿದೆ. ಈ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಮತ್ತಷ್ಟು ಶೋಧನೆಗಳು ನಡೆದು ನಮ್ಮ ಪ್ರಪಂಚಜ್ಞಾನ ಬೆಳೆಯುವುದರಲ್ಲಿ ಸಂದೇಹವಿಲ್ಲ.

ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಮರ್ಶೆಗಳು ಮೊದಲಾಗುವುದಕ್ಕಿಂತ ಮುಂಚೆ ದಿನಚರಿ ಜೀವನಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಸಾಧನಗಳೆಷ್ಟೋ ನಿರ್ಮಿತವಾಗಿರಬೇಕು. ಅವುಗಳನ್ನು ರಚಿಸುವುದರಿಂದ ಉಂಟಾದ ಅನುಭವವು ಇಂತಹ ವಿಮರ್ಶೆಗೆ ತಳಹದಿಯಾಯಿತು. ಅನಂತರ ಈ ವಿಮರ್ಶೆಯ ಫಲವಾಗಿ ಹೊಸ ತತ್ವಗಳು ತಿಳಿದು ಬಂದುವು. ನಿಪುಣರು ಈ ತತ್ವಗಳನ್ನನುಸರಿಸಿ ಹೊಸ ಸಾಧನಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿದರು. ಅವುಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ವಿಜ್ಞಾನವು ಮತ್ತಷ್ಟು ಬೆಳೆಯಿತು. ಹೀಗೆ ಸಾಧನಗಳೂ ತತ್ವಶೋಧನೆಯೂ ಒಂದನ್ನೊಂದು ಅವಲಂಬಿಸಿಕೊಂಡು ಬೆಳೆದುಬಂದಿವೆ. ಪ್ರಕೃತ ವಿಷಯದಲ್ಲಿಯೂ ಹೀಗೆಯೇ. ಬಾಣವನ್ನು ಗುರಿಯಿಡಲು ಕಲಿತ ಕಾಡು ಮನುಷ್ಯನು ಬೆಳಕು ನೇರವಾಗಿ ಪ್ರಸರಿಸುವುದೆಂಬ ನಿಯಮವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡನು. ಈ ನಿಯಮವನ್ನು ವಿಮರ್ಶೆಯಿಂದ ಗೊತ್ತುಹಚ್ಚಬೇಕಾದರೆ ಬಹಳ ಕಾಲ ಹಿಡಿ

ಯಿತು. ಕನ್ನಡಿಗಳನ್ನು ಪ್ರಾಚೀನ ಕಾಲದ ಈಜಿಪ್ಟ್, ಬ್ಯಾಬಿಲೋನಿಯ, ಅಸ್ಸಿರಿಯಾ, ಎಟ್ರೂರಿಯಾ ಮುಂತಾದ ದೇಶಗಳ ಜನರು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದರೆಂದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ.

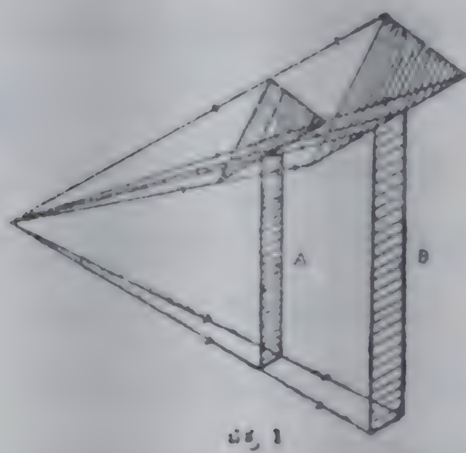
ಪ್ರತಿಫಲನದ ನಿಯಮವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದುದು ಇವರ ಕಾಲಕ್ಕಿಂತ ಈಚೆಗೆ. ಆ ನಿಯಮದಲ್ಲಡಗಿದ್ದ ಮುಖ್ಯ ತತ್ವವನ್ನು ಅಲೆಗ್ಸಾಂಡ್ರಿಯ ಪಟ್ಟಣದ ಹೀರೊ (Hero) ಎಂಬವನು ಕ್ರಿ.ಶ. 2ನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಹೊರಗೆಡವಿದನು. ಭೂತಗನ್ನಡಿಗಳೂ, ಸುಡುವ ಗಾಜುಗಳೂ (Burning Glass) ಪ್ರಾಚೀನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಬಂದಿದ್ದುವು. ಆದರೆ ಕನ್ನಡಕಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದುದು ಹದಿಮೂರನೆಯ ಶತಮಾನದ ಅಂತ್ಯದಲ್ಲಿ. ಅಲ್ಲಿಂದೀಚೆಗೆ ಅನೇಕ ಹೊಸ ಸಾಧನಗಳು ನಿರ್ಮಿತವಾಗಿವೆ. ಹದಿನೇಳನೆಯ ಶತಮಾನದ ಆದಿಯಲ್ಲಿ ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನೂ (Telescope) ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವನ್ನೂ (Microscope) ಮೊದಲು ನಿರ್ಮಿಸಿದರು. ಈಗಲೂ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಸುಧಾರಣೆಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಲೇ ಇವೆ. ಬೆಳಕಿನ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಮಾಡಿದ ಶೋಧನೆಗಳ ಫಲವಾಗಿಯೇ ಈ ಸುಧಾರಣೆಗಳು ಏರ್ಪಟ್ಟವು. ಕೋಟ್ಯಂತರ ಮೈಲಿಗಳ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ನಕ್ಷತ್ರ, ನೆಬುಲ (Nebula) ಮುಂತಾದುವುಗಳನ್ನು ದೂರದರ್ಶಕಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಪರೀಕ್ಷಿಸಲಾಗಿದೆ. ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ರಚನೆಯ ವಿಷಯವಾಗಿ ಎಷ್ಟೋ ಹೊಸ ಸಂಗತಿಗಳು ಇದರಿಂದ ತಿಳಿದುಬಂದಿವೆ. ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಸುಧಾರಣೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿ ಅಣುಜೀವಿಗಳ ಮತ್ತು ಕ್ರಿಮಿಗಳ ಚರಿತ್ರೆಯನ್ನು ನಮ್ಮ ಅವಗಾಹನೆಗೆ ತಂದಿವೆ. ಇದರಿಂದ ವೈದ್ಯಶಾಸ್ತ್ರದ ಮಾರ್ಗ

ಗಳೇ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಬದಲಾಯಿಸಿ ಹೋಗಿವೆ. ರೋಹಿತ ದರ್ಶಕವು (Spectroscope) ನಿರ್ಮಿತವಾದುದರಿಂದ ನಕ್ಷತ್ರಾದಿ ದೂರ ಪ್ರಪಂಚಗಳ ಒಳರಚನೆಯೂ ಕೂಡ ತಿಳಿಯುವಂತಾಗಿದೆ. ಈಗ ಎಲ್ಲೆಲ್ಲಿ ನೋಡಿದರೂ ಸಂಗೀತವನ್ನೂ ಸುದ್ದಿಗಳನ್ನೂ ಹೊರಸೂಸುತ್ತಿರುವ ರೇಡಿಯೋ (Radio) ಯಂತ್ರ ಕೂಡ ಬೆಳಕಿನ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ನಡೆಸಿದ ಶೋಧನೆಯ ಫಲವಾಗಿಯೇ ನಿರ್ಮಿತವಾಯಿತೆನ್ನಬಹುದು. ಜ್ಞಾನದೃಷ್ಟಿಯಿಂದಾಗಬಹುದಾದ ಸೌಕರ್ಯವು ಸಾಮಾನ್ಯ ಜನರಿಗೂ ದೊರಕುವಂತೆ ಮಾಡಿರುವ ಟೆಲಿವಿಷನ್ (Television) ಯಂತ್ರವೂ ಇಂತಹ ಶೋಧನೆಯನ್ನೇ ಅವಲಂಬಿಸಿ ನಿರ್ಮಿತವಾಯಿತು. ಸಿನಿಮಾ (Cinema) ಯಂತ್ರವು ಬೆಳಕಿನ ಗುಣಗಳನ್ನವಲಂಬಿಸಿ ನಿರ್ಮಿತವಾಯಿತೆಂದು ಬೇರೆಯಾಗಿ ಹೇಳಬೇಕಾಗಿಯೇ ಇಲ್ಲ. ಫೋಟೋ ತೆಗೆಯುವ ಕ್ಯಾಮೆರಾ ಎಂಬುದೂ ಹೀಗೆಯೇ. ವೈದ್ಯರು, ಶಿಲ್ಪಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು (Engineers), ನಾವಿಕರು, ವೈಮಾನಿಕರು ಮುಂತಾದವರು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಅನೇಕ ಉಪಕರಣಗಳು ಹೀಗೆಯೇ ಹುಟ್ಟಿ ಜನಜೀವನವನ್ನು ಎಷ್ಟೋ ವಿಧದಲ್ಲಿ ಮಾರ್ಪಡಿಸಿವೆ. ಬೆಳಕಿನ ಸ್ವರೂಪದ ವಿಮರ್ಶೆಗೂ ಈ ಉಪಕರಣಗಳೆಷ್ಟೋ ಸಹಕಾರಿಗಳಾಗಿವೆ. ಹೀಗೆ ಪರಸ್ಪರ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಕಾರಣಗಳಾದ ಈ ತತ್ವವಿಮರ್ಶೆ ಮತ್ತು ಸಾಧನ ನಿರ್ಮಾಣ—ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದ ಕೆಲವು ಭಾಗಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸುವುದೇ ಈ ಚಿಕ್ಕ ಪುಸ್ತಕದ ಉದ್ದೇಶ.

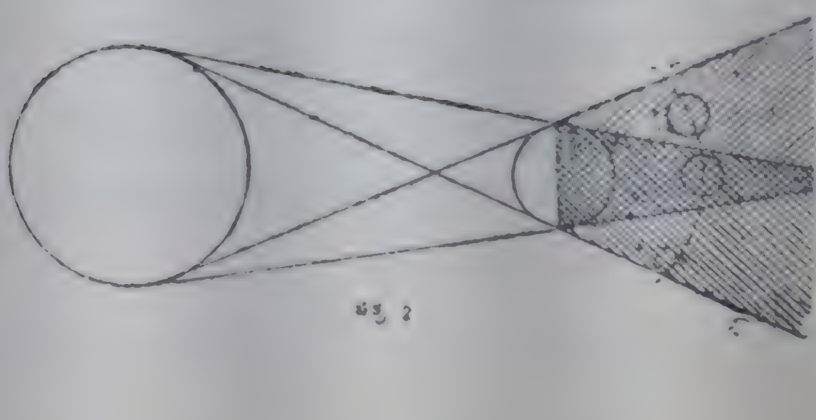
೧. ಸರಳರೇಖಾ ಪ್ರಸಾರ

(Rectilinear Propagation)

ಬೆಳಕಿನ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಮೊದಲು ಅನುಭವಕ್ಕೆ ಬರುವ ಸಂಗತಿಯೇನೆಂದರೆ ಅದು ನೇರವಾಗಿ ಪ್ರಸರಿಸುವುದೆಂಬುದೇ. ರೂಲುದೊಣ್ಣೆ ನೇರವಾಗಿದೆಯೇ ಎಂದು ತಿಳಿಯಲು ಕಣ್ಣಿನ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಹಿಡಿದು ನೋಡುವುದು ಎಲ್ಲರಿಗೂ ತಿಳಿದೇ ಇದೆ. ಸ್ವಲ್ಪ ಕತ್ತಲೆಯಾದ ಕೋಣೆಯೊಳಕ್ಕೆ ಬಿಸಿಲುಕೋಲು ನೇರವಾಗಿ ಬರುತ್ತಿರುವುದನ್ನು ಎಲ್ಲರೂ ನೋಡಿರುವರು. ಹೀಗೆ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು ನೇರವಾಗಿ ಪ್ರಸರಿಸುತ್ತವೆಯೆಂಬುದು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿದೆ. ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಬೆಳಕಿಗೆ ಅಡ್ಡಲಾಗಿ ಹಿಡಿದರೆ ಆ ವಸ್ತುವಿನ



ಚಿತ್ರ 1

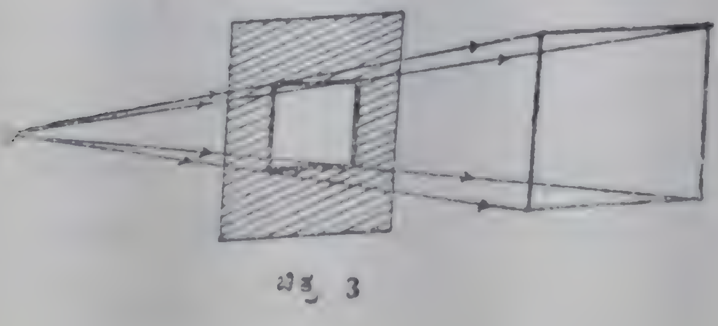


ಚಿತ್ರ 2

ಆಕಾರವನ್ನೇ ಹೊಂದಿರುವ ನೆರಳು ಬೀಳುವುದು ಈ ಕಾರಣ ದಿಂದಲೇ. ಈ ಅಂಶವನ್ನು ಒಂದನೆಯ ಚಿತ್ರದಿಂದ ಸುಲಭ ವಾಗಿ ತಿಳಿಯಬಹುದು.

ಗ್ರಹಣಗಳಾಗುವುದೂ ಇದೇ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ. 2ನೆಯ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಸೂರ್ಯನಿಗೂ ಚಂದ್ರನಿಗೂ ನಡುವೆ ಭೂಮಿ ಬಂದಾಗ ಭೂಮಿಯ ನೆರಳು ಚಂದ್ರನ ಮೇಲೆ ಬೀಳು ವುದು. ಸ್ವತಃ ಪ್ರಕಾಶವಿಲ್ಲದಿರುವುದರಿಂದ ಚಂದ್ರನು ಆಗ ಕಾಣಿಸದೆ ಹೋಗುತ್ತಾನೆ. ಇದೇ ಚಂದ್ರಗ್ರಹಣ. ಇದ ರಂತೆಯೇ ಚಂದ್ರನು ಸೂರ್ಯನಿಗೂ ಭೂಮಿಗೂ ನಡುವೆ ಬಂದಾಗ ಚಂದ್ರನ ನೆರಳು ಭೂಮಿಯ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ಭಾಗದ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವುದು. ಆ ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಸೂರ್ಯನ ಕಿರಣಗಳು ಬರಲಾರವು. ಆದುದರಿಂದ ಅಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯಗ್ರಹಣವು ಗೋಚರವಾಗುವುದು.

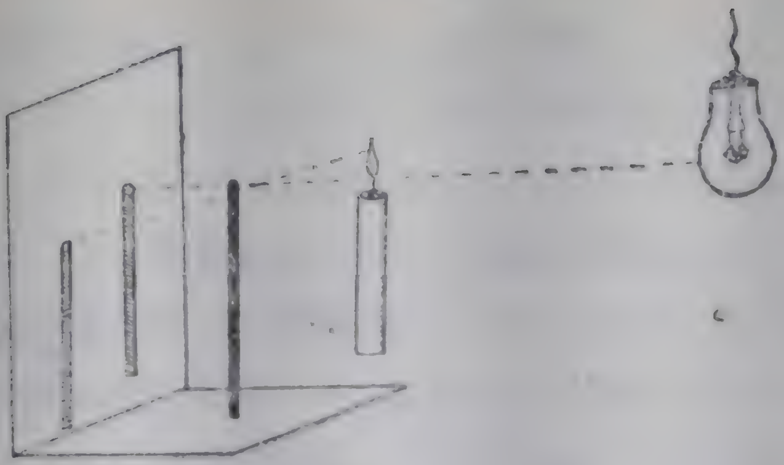
ಈ ತತ್ವವನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ವಿಮರ್ಶಿಸಿ ನೋಡಿದರೆ ಮತ್ತೊಂದು ವಿಷಯವು ಗೋಚರವಾಗುವುದು. 3ನೆಯ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಒಂದು ದೀಪದಿಂದ ಬೆಳಕು ಹೊರಡು ತ್ತಿದೆಯೆಂದು ಇಟ್ಟುಕೊಳ್ಳೋಣ. ಅದಕ್ಕೆ ಅಡ್ಡಲಾಗಿ ಒಂದು ರಟ್ಟನ್ನು ಇಟ್ಟಿದೆ. ಅದರಲ್ಲಿ ಚೌಕವಾದ ಒಂದು ರಂಧ್ರ



ಚಿತ್ರ 3

ವನ್ನು ಮಾಡಿದೆ. ಅದು ದೀಪದಿಂದ ಒಂದು ಅಡಿ ದೂರದಲ್ಲಿರಲಿ. ರಂಧ್ರದ ಉದ್ದ ಅಗಲಗಳು ಒಂದಂಗುಲವಾಗಿರಲಿ. ಈಗ ದೀಪದಿಂದ ಎರಡಡಿ ದೂರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪರದೆಯನ್ನು ಹಿಡಿದರೆ ರಂಧ್ರದಿಂದ ಹೊರಟ ಬೆಳಕು ಎರಡಂಗುಲ ಉದ್ದ ಮತ್ತು ಅಗಲವಿರುವ ಚದುರದ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವುದೆಂಬುದನ್ನು ಚಿತ್ರದಿಂದ ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಪರದೆ ಮೂರಡಿ ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದರೆ, ಅದೇ ಬೆಳಕು ಮೂರಂಗುಲ ಉದ್ದ ಮತ್ತು ಅಗಲವಿರುವ ಚದುರದ ಮೇಲೆ ಬೀಳುತ್ತಿತ್ತು. ಹೀಗೆ ದೀಪದಿಂದ ಒಂದಡಿದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಚದುರ ಅಂಗುಲ ರಂಧ್ರದಿಂದ ಬಂದ ಬೆಳಕು ಎರಡಡಿ ದೂರದಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು ಚದುರ ಅಂಗುಲಗಳ ಮೇಲೂ, ಮೂರಡಿ ದೂರದಲ್ಲಿ ಒಂಬತ್ತು ಚದುರ ಅಂಗುಲಗಳ ಮೇಲೂ ಹರಡುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಪರದೆಯ ಮೇಲಿನ ಪ್ರಕಾಶವು ಎರಡಡಿ ದೂರ ಹೋದರೆ ಒಂದಡಿ ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದುದರ $\frac{1}{4}$ ಭಾಗವಾಗಿಯೂ, ಮೂರಡಿ ದೂರ ಹೋದರೆ $\frac{1}{9}$ ಭಾಗವಾಗಿಯೂ ಇರುವುದೆಂದು ತಿಳಿಯಬಹುದು.

ಈ ನಿಯಮವನ್ನನುಸರಿಸಿ ಒಂದು ಬಲ್ಬು (Bulb) ಮತ್ತು ಮೇಣದ ಬತ್ತಿಗಳ ಪ್ರಕಾಶಕ ಶಕ್ತಿಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಸಬಹುದು. 4ನೆಯ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಒಂದು ಬಲ್ಬು ಒಂದು ಗೋಡೆಯಿಂದ ಸ್ವಲ್ಪದೂರದಲ್ಲಿ ಉರಿಯುತ್ತಿರಲಿ. ಗೋಡೆಯ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಮೇಣದ ಬತ್ತಿ ಇರಲಿ. ಈಗ ಒಂದು ಸೀಸದ ಕಡ್ಡಿಯನ್ನು ಗೋಡೆಯ ಬಳಿ ಈ ದೀಪಗಳಿಗೆ ಅಡ್ಡಲಾಗಿ ಹಿಡಿಯೋಣ. ಗೋಡೆಯ ಮೇಲೆ ಸೀಸದ ಕಡ್ಡಿಯ ಎರಡು ನೆರಳುಗಳು ಕಾಣುವುವು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು



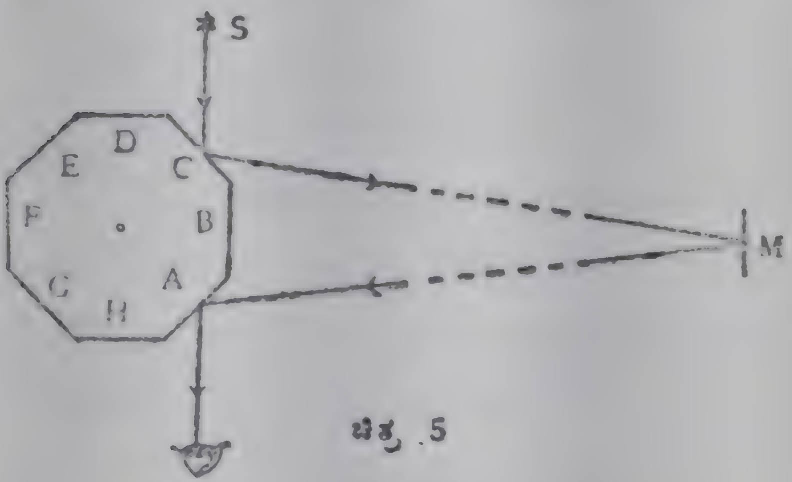
ಚಿತ್ರ 4

ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕಿಂತ ಕಪ್ಪಗೆ ಕಾಣಬಹುದು. ಮೇಣದ ಬತ್ತಿಯನ್ನು ಹಿಂದಕ್ಕೂ ಮುಂದಕ್ಕೂ ತಳ್ಳಿ ಈ ಎರಡು ನೆರಳುಗಳಿಗೂ ಒಂದೇ ಸಮನಾದ ಕಪ್ಪು ಛಾಯೆಯಿರುವಂತೆ ಮಾಡಬಹುದು. ಹೀಗಾದಾಗ ಮೇಣದ ಬತ್ತಿಯು ಗೋಡೆಯಿಂದ ಒಂದು ಅಡಿ ದೂರದಲ್ಲಿಯೂ, ಬಲ್ಬು ನಾಲ್ಕಡಿ ದೂರದಲ್ಲಿಯೂ ಇವೆಯೆಂದು ಇಟ್ಟುಕೊಳ್ಳೋಣ. ಬಲ್ಬು ಒಂದಡಿ ದೂರದಲ್ಲಿ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಪ್ರಕಾಶದಲ್ಲಿ $\frac{1}{16}$ ಭಾಗದಷ್ಟು ಪ್ರಕಾಶವನ್ನು 4 ಅಡಿ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಗೋಡೆಯ ಮೇಲೆ ಉಂಟುಮಾಡಬಲ್ಲುದು. ಈಗ ಎರಡು ನೆರಳುಗಳೂ ಒಂದೇ ಸಮನಾಗಿ ಕಪ್ಪಗಿರುವುದರಿಂದ ಮೇಣದ ಬತ್ತಿಯು ಉಂಟುಮಾಡುವ ಪ್ರಕಾಶವೂ, ಬಲ್ಬು ಉಂಟುಮಾಡಬಲ್ಲ ಪ್ರಕಾಶದಲ್ಲಿ $\frac{1}{16}$ ಭಾಗವೂ ಒಂದೇ ಸಮನೆಂದು ತಿಳಿಯುವುದು. ಆದುದರಿಂದ ಬಲ್ಬಿನ ಪ್ರಕಾಶಕ ಶಕ್ತಿಯು ಮೇಣದ ಬತ್ತಿಯ ಶಕ್ತಿಗೆ 16ರಷ್ಟಿದೆಯೆಂದು ಗೊತ್ತಾಗುವುದು. ಬಲ್ಬಿಗೆ 16 ಕ್ಯಾಂಡಲ್ ಪವರ್ ಇದೆಯೆಂದು ಹೇಳಿದರೆ ಅದರ ಪ್ರಕಾಶಕ ಶಕ್ತಿ ಹೀಗೆ ಮೇಣದಬತ್ತಿಯ ಶಕ್ತಿಗೆ 16ರಷ್ಟಿದೆಯೆಂದು ಅರ್ಥ.

ದೀಪಗಳ ಪ್ರಕಾಶಕ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಇನ್ನೂ ಅನೇಕ ವಿಧಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಆದರೆ ಇಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ವರ್ಣನೆ ಅನವಶ್ಯಕ. ದಿನಚರಿ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಬರುವ ಒಂದು ವಿಷಯವನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಬಹುದು. ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕೆಲಸಗಳನ್ನು ಮಾಡುವಾಗ ಬೇಕಾಗುವ ಪ್ರಕಾಶವೆಷ್ಟೆಂಬುದೇ ಈ ವಿಷಯ. ಈ ಪ್ರಕಾಶವನ್ನು ಅಳೆಯಲು 'ಅಡಿಬತ್ತಿ' (Foot-candle) ಎಂಬ ಅಳತೆಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವರು. ಒಂದು ಮೇಣದ ಬತ್ತಿಯು ಒಂದು ಅಡಿ ದೂರದಲ್ಲಿ ಉಂಟು ಮಾಡಬಲ್ಲ ಪ್ರಕಾಶಕ್ಕೆ ಒಂದು ಅಡಿಬತ್ತಿಯೆಂದು ಹೆಸರು. ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಬರೆದು ಓದಿ ಮಾಡಲು 5-6 ಅಡಿಬತ್ತಿಗಳ ಪ್ರಕಾಶವು ಬೇಕು. ನಾಟಕಶಾಲೆಯ ವೇದಿಕೆ (Stage)ಯ ಮೇಲೆ 20 ಅಡಿಬತ್ತಿಗಳ ಪ್ರಕಾಶವು ಆವಶ್ಯಕ. ರಾತ್ರಿ ರಸ್ತೆಗಳಲ್ಲಿ 1 ಅಡಿಬತ್ತಿಯಷ್ಟು ಪ್ರಕಾಶವು ಸಾಕು. ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಕಾಶವು ಮನೆಯೊಳಗೆ 1000 ಅಡಿಬತ್ತಿಗಳ ಮೇಲೆ ಇರುವುದು. ಮೈದಾನಗಳಲ್ಲಿ 10,000 ಅಡಿಬತ್ತಿಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಕಾಶವಿರುವುದು. ಬರೆದು ಓದಿ ಮಾಡುವಾಗ 20-25 ವಾಟ್ ಬಲ್ಬಿನಿಂದ 2 ಅಡಿ ದೂರದಲ್ಲಿ ಸರಿಯಾದ ಪ್ರಕಾಶವು ದೊರೆಯುವುದೆಂದು ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಚಿತ್ರವೇ ಮೊದಲಾದುವುಗಳನ್ನು ಬರೆಯಲು ಇದಕ್ಕೆ ನಾಲ್ಕರಷ್ಟು ಪ್ರಕಾಶವಿರಬೇಕು.

ಬೆಳಕು ನೇರವಾಗಿ ಪ್ರಸರಿಸುವುದೆಂಬ ನಿಯಮವನ್ನೂ, ಅದರ ಪರಿಣಾಮಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವನ್ನೂ ತಿಳಿದಂತಾಯಿತು. ಹೀಗೆ ಪ್ರಸರಿಸುವಾಗ ಅದು ಎಷ್ಟು ವೇಗವಾಗಿ ಹೋಗುತ್ತದೆಯೆಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು 17ನೆಯ ಶತಮಾನ

ಬಿಂದಲೂ ನಡೆದುವು. 18ನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ರ್‌ಮರ್ (Roemer) ಎಂಬ ಡೇನಿಷ್ ಖಗೋಳ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನು ಈ ವೇಗವನ್ನು ಮೊದಲು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಈಚೆಗೆ ಅನೇಕರು ಇನ್ನೂ ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾದ ಅಳತೆಯನ್ನು ಮಾಡಿರುವರು. ಮೈಕೆಲ್‌ಸನ್ (Michelson) ಎಂಬಾತನು 1927ರಲ್ಲಿ ಅನುಸರಿಸಿದ ಮಾರ್ಗವು ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಖಚಿತವಾದುದು. ಇದರ ಮುಖ್ಯ ತತ್ವವನ್ನು 5ನೆಯ ಚಿತ್ರದಿಂದ ತಿಳಿಯಬಹುದು. ABCDEFGH



ಚಿತ್ರ 5

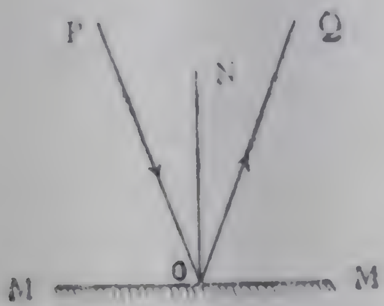
ಎಂಬುದು ಸಮಾನವಾದ ಎಂಟು ಮುಖಗಳುಳ್ಳ ಒಂದು ಕನ್ನಡಿ. ಇದನ್ನು ವೇಗವಾಗಿ ತಿರುಗಿಸಲು ಏರ್ಪಾಡನ್ನು ಮಾಡಿದೆ. S ಎಂಬ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ದೀಪದಿಂದ ಹೊರಟ ಬೆಳಕು C ಎಂಬ ಮುಖದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿ, ದೂರದಲ್ಲಿರುವ M ಎಂಬ ಕನ್ನಡಿಯ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವುದು. ಎಂಟು ಮುಖದ ಕನ್ನಡಿ ಮೌಂಟ್‌ವಿಲ್ಸನ್ ಎಂಬ ಬೆಟ್ಟದಮೇಲೂ M ಎಂಬ ಕನ್ನಡಿ ಅಲ್ಲಿಂದ ಹದಿನಾಲ್ಕು ಮೈಲಿ ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದ ಮೌಂಟ್ ಸ್ಯಾನ್ ಆಂಟೋನಿಯೋ ಎಂಬ ಬೆಟ್ಟದ ಮೇಲೂ ಇದ್ದುವು. M ಎಂಬ ಕನ್ನಡಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಫಲಿತವಾದ

ಬೆಳಕು ಎಂಟು ಮುಖದ ಕನ್ನಡಿಯ A ಎಂಬ ಮುಖದ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದು ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿ ನೋಟಕನ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಬಂದು ಸೇರುವುದು. ಈಗ ABCDEFGH ಎಂಬ ಕನ್ನಡಿ ತಿರುಗತೊಡಗಿದರೆ ಬೆಳಕು M ಎಂಬ ಕನ್ನಡಿಯ ಮೇಲೆ ಮೊದಲಿನಂತೆ ಬೀಳುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ C ಇಂದ ಹೊರಟ ಬೆಳಕು Mಗೆ ಹೋಗಿ Aಗೆ ಬರುವಷ್ಟರಲ್ಲಿ ಕನ್ನಡಿಯ B ಎಂಬ ಮುಖವು C ಎಂಬ ಸ್ಥಳಕ್ಕೂ H ಎಂಬದು A ಎಂಬ ಮುಖದ ಸ್ಥಳಕ್ಕೂ ಬರುವಂತೆ ಈ ಕನ್ನಡಿಯನ್ನು ತಿರುಗಿಸಿದರೆ ಮೊದಲಿನಂತೆಯೇ ಬೆಳಕು ಕಾಣುವುದು. ಕನ್ನಡಿ ತಿರುಗುವ ವೇಗವನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿದರೆ, ಒಂದು ಮುಖವು ಇನ್ನೊಂದರ ಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಬರಲು ಬೇಕಾಗುವ ಕಾಲ ಗೊತ್ತಾಗುವುದು. ಇದರಿಂದ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವನ್ನು ಗೊತ್ತುಮಾಡಬಹುದು. ಮೈಕೆಲ್‌ಸನ್ನನು 7 ವರ್ಷಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಶ್ರಮಿಸಿ, ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿ, ಬೆಳಕು ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ 1,86,284 ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟು ದೂರ ಹೋಗುವುದೆಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಈ ವೇಗಕ್ಕೆ ಸಮನಾದ ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚಾದ ವೇಗವು ಯಾವ ವಸ್ತುವಿಗೂ ಇರುವುದಕ್ಕಾಗುವುದಿಲ್ಲವೆಂದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಈ ಆಶ್ಚರ್ಯಕರವಾದ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಪ್ರಸರಿಸುವ ಬೆಳಕು ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಭೂಮಿಗೆ ಬರಲು 8⅓ ನಿಮಿಷಗಳಾಗುತ್ತದೆ. ನಮಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿರುವ ನಕ್ಷತ್ರದಿಂದ ಬೆಳಕು ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸೇರಲು 3½ ವರ್ಷಗಳು ಬೇಕಾಗುತ್ತವೆಯೆಂದ ಮೇಲೆ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ದೂರವನ್ನು ವಾಚಕರೇ ಊಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

೩. ಪ್ರತಿಫಲನ (Reflection)

ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯಹೆಂಗಸರೂ ಅವರ ನಡವಳಿಕೆಗಳನ್ನು ಅನುಸರಿಸುವ ಇತರ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿನ ಹೆಂಗಸರೂ ತಮ್ಮ ಕೈಚೀಲದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕನ್ನಡಿಯನ್ನಿಟ್ಟುಕೊಂಡು, ಆಗಾಗ ತಮ್ಮ ಸಿಂಗಾರವು ಹೇಗಿದೆಯೆಂದು ನೋಡಿಕೊಳ್ಳುವುದುಂಟು. ಸ್ತ್ರೀಯರು ಕನ್ನಡಿಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲು ಯಾವಾಗ ಮೊದಲುಮಾಡಿದರೆಂದು ಹೇಳುವುದು ಕಷ್ಟ. ಕ್ರಿ. ಪೂ. ೩೦೦೦ ವರ್ಷಗಳಿಗಿಂತ ಹಿಂದೆಯೇ ಈಜಿಪ್ಟ್, ಬ್ಯಾಬಿಲೋನಿಯ ಮುಂತಾದ ಪ್ರಾಚೀನ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಕನ್ನಡಿಗಳು ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿದ್ದುವು. ಗಾಜಿಗೆ ರಸವನ್ನು ಹಾಕಿದ ಕನ್ನಡಿಗಳು ಈಚಿನವು. ಪ್ರಾಚೀನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಲೋಹದ ತಗಡನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ಉಬ್ಬು ಬರುವಂತೆ ಮಾಡಿ ಮೆರುಗು ಕೊಡುತ್ತಿದ್ದರು. ಕನ್ನಡಿಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಕಾಣುವುದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಗ್ರೀಕರಿಗೆ ತಿಳಿದಿತ್ತು.

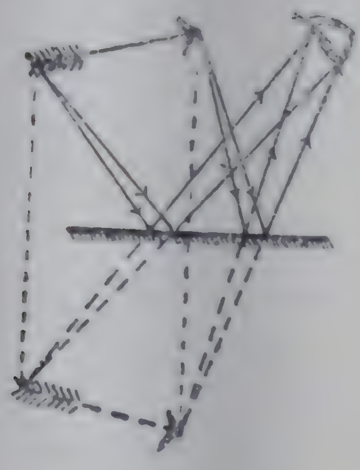
ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಹೊರಟ ಕಿರಣಗಳು ಕನ್ನಡಿಯ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದು ಪ್ರತಿಫಲಿತವಾಗುವುದರಿಂದ ಕನ್ನಡಿಯ ಹಿಂದೆ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವಿರುವಂತೆ ಕಾಣುವುದು. ಕಿರಣಗಳು ಪ್ರತಿಫಲನ



ಚಿತ್ರ ೮

ಹೊಂದುವಾಗ ಅನುಸರಿಸುವ ನಿಯಮವನ್ನು 6ನೆಯ
ಚಿತ್ರದಿಂದ ತಿಳಿಯಬಹುದು. M M ಎಂಬ ಕನ್ನಡಿಯ
ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಲಂಬವಾಗಿರುವಂತೆ O N ಎಂಬ ಗೆರೆಯನ್ನೆಳೆದಿದೆ.
PO ಎಂಬ ಕಿರಣ ಕನ್ನಡಿಯಮೇಲೆ ಬಿದ್ದು, OQ ಎಂಬ
ಮಾರ್ಗವಾಗಿ ಪ್ರತಿಫಲಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕಿರಣಗಳೂ ON
ಎಂಬುದೂ ಒಂದೇ ಸಮತಲದಲ್ಲಿ (Plane) ಇರುತ್ತವೆ.
ಅಲ್ಲದೆ PO ಎಂಬುದು ON ಎಂಬುದಕ್ಕಿಂತ ಎಷ್ಟರಮಟ್ಟಿಗೆ
ಓರೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆಯೋ OQ ಎಂಬುದೂ ಅಷ್ಟೇ ಓರೆಯಾಗಿ
ರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನೇ ಬೇರೆ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸಬೇಕಾದರೆ PON
ಮತ್ತು QON ಎಂಬ ಕೋಣಗಳು ಸಮನಾಗಿರುತ್ತವೆಯೆಂದು
ಹೇಳಬಹುದು.

ವಸ್ತುವಿನ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಭಾಗದಿಂದಲೂ ಹೊರಟ
ಕಿರಣಗಳು ಹೀಗೆ ಪ್ರತಿಫಲನಹೊಂದುವುದರಿಂದ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು
ಹೇಗೆ ಕಾಣುವುದೆಂಬುದನ್ನು 7ನೆಯ ಚಿತ್ರದಿಂದ ತಿಳಿಯ

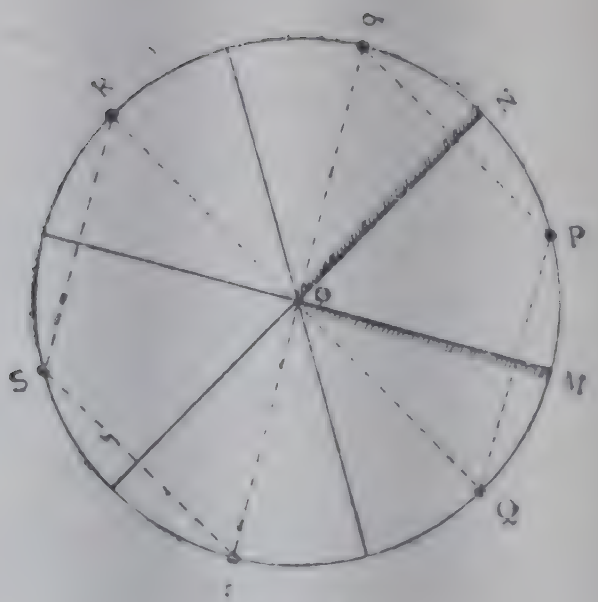


ಚಿತ್ರ 7

ಬಹುದು. ಈ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಸಣ್ಣ ಬಾಣದ ಗುರುತುಗಳಿಂದ
ಕಿರಣಗಳ ನೇರವನ್ನು ಸೂಚಿಸಿದೆ. ವಸ್ತುವಿನ ಯಾವುದಾದ

ಂದು ಭಾಗವು ಕನ್ನಡಿಯ ಮುಂದೆ ಎಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿರುದೋ ಪ್ರತಿಬಿಂಬದ ಆ ಭಾಗವು ಕನ್ನಡಿಯ ಹಿಂದೆ ಅಷ್ಟೇ ದೂರದಲ್ಲಿರುವುದು. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ವಸ್ತುವಿನ ಎಡಬಲಗಳು ಪ್ರತಿಬಿಂಬದಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಎಡಬಲಗಳು ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗಿರುವುದನ್ನು ನೋಡಬೇಕಾದರೆ, ಈ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಕನ್ನಡಿಯ ಎದುರಿಗೆ ಹಿಡಿದರೆ ಸಾಕು. ಅಕ್ಷರಗಳು ಬಲದಿಂದ ಎಡಗಡೆಗೆ ಇರುವಂತೆ ಕಾಣುವುವು.

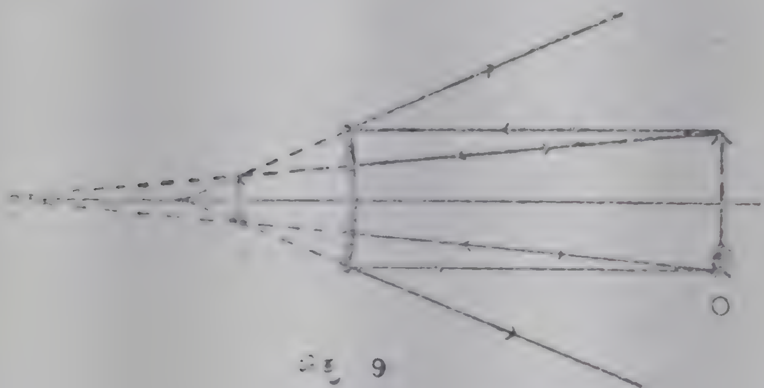
ಒಂದು ಕನ್ನಡಿಗೆ ಬದಲಾಗಿ ಎರಡು ಕನ್ನಡಿಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ ವಿಚಿತ್ರ ದೃಶ್ಯಗಳನ್ನು ನೋಡಬಹುದು. ಒಂದು ಕೊಠಡಿಯ ಎದುರುಬದರು ಗೋಡೆಗಳಿಗೆ ಎರಡು ದೊಡ್ಡ ಕನ್ನಡಿಗಳನ್ನು ತೂಗುಹಾಕಿದ್ದರೆ, ಒಂದೊಂದು ಕನ್ನಡಿಯಲ್ಲಿಯೂ ಕೊಠಡಿಯು ಪುನಃ ಪುನಃ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಿಸಿ, ಒಂದರ ಹಿಂದೆ ಇನ್ನೊಂದು ಕೊಠಡಿಯಿದ್ದಂತೆ ಅನೇಕ ಕೊಠಡಿಗಳು ಕಾಣುವುವು. ಎರಡು ಕನ್ನಡಿಗಳನ್ನು ಎದುರುಬದರಿಗೆ ಇಡದೆ ಒಂದಕ್ಕೂ ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕೂ ಮಧ್ಯೆ ಮೂಲೆಯೇರ್ಪಡುವಂತೆ ಇಟ್ಟು, ನಡುವೆ ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನಿಟ್ಟರೆ, ಚಿತ್ರಾಕೃತಿಯಾಗಿ ಅನೇಕ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳು ಕಾಣುವುವು. ಇದನ್ನು 8ನೆಯ ಚಿತ್ರದಿಂದ ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಇಲ್ಲಿ OM ಮತ್ತು ON ಎಂಬ ಎರಡು ಕನ್ನಡಿಗಳನ್ನು ಮೂಲೆಯ ಮೇಲೆ ಇಟ್ಟಿದೆ. P ಎಂಬ ವಸ್ತು OM ಎಂಬ ಕನ್ನಡಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಫಲಿತವಾಗಿ, Q ಎಂಬ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವುಂಟಾಗುವುದು. ಈ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ON ಎಂಬ ಕನ್ನಡಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿ R ಎಂಬ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವೇರ್ಪಡುವುದು. R ಎಂಬುದು ಮತ್ತೆ OM ಎಂಬುದರಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿ S ಎಂಬ ಪ್ರತಿಬಿಂಬ ಬರುವುದು. ಈ S ಎಂಬುದು



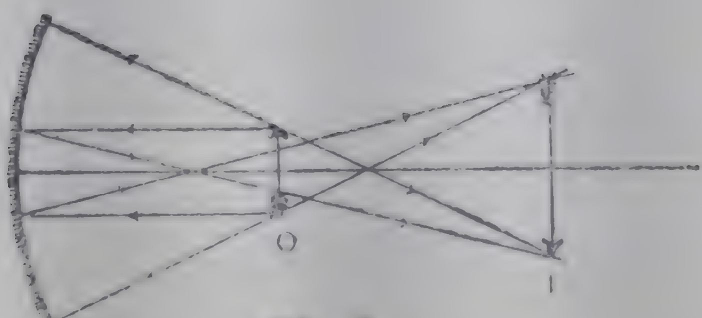
ಚಿತ್ರ ೬

ಎರಡು ಕನ್ನಡಿಗಳಿಗೂ ಹಿಂದೆ ಇರುವುದರಿಂದ ಪುನಃ ಪ್ರತಿ
ಫಲಿತವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. Pಯು ONನಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವುದ
ರಿಂದ q ಎಂಬುದೂ, ಇದು OMನಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವುದ
ರಿಂದ r ಎಂಬ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವೂ ಏರ್ಪಡುವುವು. r ಎಂಬುದು
ONನಲ್ಲಿ ಪುನಃ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿ S ಎಂಬಲ್ಲಿಯೇ ಪ್ರತಿಬಿಂಬ
ವುಂಟಾಗುವುದರಿಂದ ಮತ್ತೆ ಬೇರೆ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳಿರುವು
ದಿಲ್ಲ. ಒಂದು ರಟ್ಟಿನ ಕೊಳವೆಯೊಳಗೆ ಮೂರು ಗಾಜಿನ
ಪಟ್ಟಿಗಳನ್ನು ಮುಮ್ಮೂಲೆಯಾಗಿ ಇಟ್ಟು, ಕೊಳವೆಯ
ಒಂದು ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಬಣ್ಣದ ಗಾಜಿನ ಚೂರುಗಳನ್ನು
ಹಾಕಿ, ಇನ್ನೊಂದು ತುದಿಯಿಂದ ನೋಡಿದರೆ ಸುಂದರವಾದ
ಹಸೆಗಳು ಕಾಣುವುದೂ ಇದೇ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ. ಇಂತಹ
ಕೊಳವೆಗಳನ್ನು ಒಂದೆರಡು ಆಣೆಗಳಿಗೆ ಅಂಗಡಿಗಳಲ್ಲಿ ಕೊಳ್ಳ
ಬಹುದು.

ಉಬ್ಬು ಮತ್ತು ತಗ್ಗುಗನ್ನಡಿಗಳು (Convex and concave mirrors)—ಕನ್ನಡಿ ಚಪ್ಪಟೆಯಾಗಿರದೆ, ಮಧ್ಯೆ ಉಬ್ಬಾಗಿಯೋ ತಗ್ಗಾಗಿಯೋ ಇರಬಹುದು. ಇಂತಹ ಕನ್ನಡಿಗಳ ಮೇಲ್ಮೈ ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಗೋಳದ ಭಾಗವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಬೇರೆ ಯಾವುದಾದರೂ ನಿಯತ ವಕ್ರಾಕೃತಿಯ ಭಾಗವಾಗಿದ್ದರೂ ಇರಬಹುದು. ಇಂತಹ ಕನ್ನಡಿಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ವಸ್ತುವಿಗಿಂತ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿ, ದೊಡ್ಡದಾಗಿ, ತಲೆಕೆಳಗಾಗಿ, ಅಥವಾ ಓರೆಕೋರೆಯಾಗಿ ಕಾಣುವುದರಿಂದ ಇವುಗಳನ್ನು ಭೂತಗನ್ನಡಿಗಳೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಉಬ್ಬುಗನ್ನಡಿಯಲ್ಲಿ ತಲೆ ಮೇಲಾದ ಸಣ್ಣ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವೂ, ತಗ್ಗುಗನ್ನಡಿಯಲ್ಲಿ ತಲೆಕೆಳಗಾದ ದೊಡ್ಡ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವೂ ಉಂಟಾ



ಚಿತ್ರ 9



ಚಿತ್ರ 10

ಗುವುದನ್ನು 9 ನೆಯ ಮತ್ತು 10 ನೆಯ ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ನೋಡ ಬಹುದು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ O ಎಂಬುದು ವಸ್ತುವನ್ನೂ I ಎಂಬುದು ಪ್ರತಿಬಿಂಬವನ್ನೂ ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ.

ಚಪ್ಪಟೆಯಾದ ಮತ್ತು ಉಬ್ಬಾದ ಕನ್ನಡಿಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ಬಿಂಬವಿರುವ ಕಡೆಯಿಂದ ಕಿರಣಗಳು ಬರುವಂತೆ ಕಾಣುವುವೇ ಹೊರತು ನಿಜವಾಗಿ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವಿರುವ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಕಿರಣಗಳಿರು ವುದಿಲ್ಲ. ಇದನ್ನು 7 ಮತ್ತು 9 ನೆಯ ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ನೋಡ ಬಹುದು. ನಿಜವಲ್ಲದ ತೋರಿಕೆಯ ಈ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಕಚ್ಚು ಕಚ್ಚಾದ ಗೆರೆಗಳಿಂದ ತೋರಿಸಿದೆ. ಇಂತಹ ಪ್ರತಿಬಿಂಬ ಗಳನ್ನು ಪರದೆಯ ಮೇಲೆ ಬೀಳಿಸಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದುದ ರಿಂದ ಇಂತಹ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳಿಗೆ ಮಿಥ್ಯಾಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳೆಂದು (Virtual Images) ಹೆಸರು. ತಗ್ಗುಗನ್ನಡಿಗಳಲ್ಲಾದರೋ, 10ನೆಯ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಕಾಣುವಂತೆ ತಲೆಕೆಳಗಾದ ಪ್ರತಿಬಿಂಬ ಗಳು ನಿಜವಾಗಿ ಕಿರಣಗಳು ಆ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸುವುದರಿಂದ ಏರ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಇವು ಪರದೆಯ ಮೇಲೆ ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಇಂತಹ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳಿಗೆ ಸತ್ಯಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳೆಂದು (Real Images) ಹೆಸರು.

ಬಹುದೂರದಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಏರ್ಪ ಡುವ ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಕನ್ನಡಿಯ ಸಂಗಮಬಿಂದುವೆಂದು (Focus) ಹೆಸರು. ತಗ್ಗುಗನ್ನಡಿಗಳಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನ ಸತ್ಯಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಸಂಗಮ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಏರ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಆ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕಾಗದವನ್ನು ಹಿಡಿದುಕೊಂಡರೆ ಶಾಖವು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಕಾಗದ ಸುಟ್ಟುಹೋಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಸೂರ್ಯನ ಶಾಖವು ಒಂದೆಡೆ ಶೇಖರವಾಗುವಂತೆ ಮಾಡಿ ನೀರನ್ನು ಕಾಯಿಸಬಹುದು.

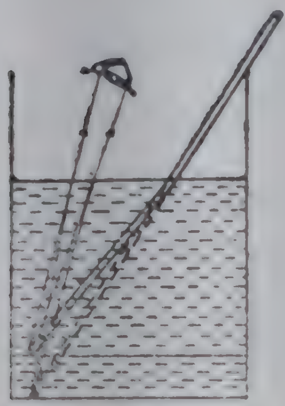
ಕಾಯ್ದು ನೀರಿನ ಹಬೆಯಿಂದ ಯಂತ್ರಗಳನ್ನು ನಡೆಸಬಹುದು. ಈಜಿಪ್ಟ್ ಮುಂತಾದ ಉಷ್ಣ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ತಗ್ಗುಗನ್ನಡಿಗಳನ್ನು ಹೀಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸುವುದುಂಟು. ಸರ್ಚ್‌ಲೈಟ್, ಮೋಟಾರ್ ಗಾಡಿಯ ದೀಪ ಮುಂತಾದುವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ತೆರದ ತಗ್ಗು ಗನ್ನಡಿಗಳನ್ನು ದೀಪದ ಹಿಂಭಾಗದಲ್ಲಿಟ್ಟು, ಬೆಳಕು ಮುಂದು ಗಡೆಗೆ ಮಾತ್ರ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚು ದೂರ ಹೋಗು ವಂತೆ ಮಾಡಿರುತ್ತಾರೆ. ಸಣ್ಣ ಉಬ್ಬುಗನ್ನಡಿಗಳನ್ನು ಮುಖ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳುವುದಕ್ಕೂ, ಮೋಟಾರ್ ಬಂಡಿಯ ಸಾರಥಿಗೆ ಹಿಂದಿನ ರಸ್ತೆ ಕಾಣುವಂತೆ ಮಾಡುವುದಕ್ಕೂ ಉಪಯೋಗಿ ಸುವ ವಾಡಿಕೆಯಿದೆ. ಭೂತಗನ್ನಡಿಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಇನ್ನೂ ಆಶ್ಚರ್ಯಕರವಾದ ಅನೇಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸ ಬಹುದು.

---

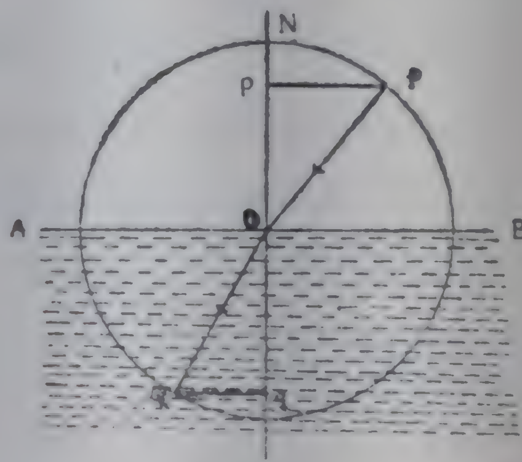
೪. ರಶ್ಮಿಭಂಗ (Refraction)

ನೇರವಾದ ಒಂದು ಕೋಲನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ನೀರಿ ನಲ್ಲಿ ಓರೆಯಾಗಿ ಅರ್ಧ ಮಾತ್ರ ಮುಳುಗುವಂತೆ ಹಿಡಿದು ಕೊಂಡರೆ ನೀರನ್ನು ಪ್ರವೇಶಮಾಡುವ ಎಡೆಯಲ್ಲಿ ಅದು ಮುರಿದಂತೆ ಕಾಣುವುದು. ಇದನ್ನು 11ನೆಯ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ನೋಡಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಅದು ಮುರಿದಂತೆ ಕಾಣುವುದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೇನೆಂದರೆ ನೀರಿನ ಅಡಿಯಲ್ಲಿರುವ ಭಾಗದಿಂದ ಹೊರಟ ಕಿರಣಗಳು ನೀರನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಗಾಳಿಗೆ ಬಂದಾಗ ಅವುಗಳ ನೇರವು ಬದಲಾಯಿಸುವುದೇ ಆಗಿದೆ. ಹೀಗೆ ಒಂದು

ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಇನ್ನೊಂದರೊಳಕ್ಕೆ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು ಹೋಗುವಾಗ ಅವುಗಳ ನೇರವು ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುವುದಕ್ಕೆ ರಶ್ಮಿಭಂಗವೆಂದು (Refraction) ಹೆಸರು. ರಶ್ಮಿಭಂಗವು ಅನುಸರಿಸುವ ನಿಯಮವನ್ನು 12ನೆಯ ಚಿತ್ರದ ಸಹಾಯದಿಂದ ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಈ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ AB ಎಂಬುದು ಗಾಳಿ



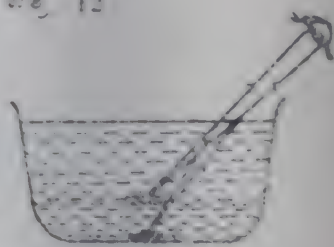
ಚಿತ್ರ 11



ಚಿತ್ರ 12



ಚಿತ್ರ 14



ಚಿತ್ರ 13

ಯನ್ನೂ ನೀರನ್ನೂ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸುವ ಮೇಲ್ಮೈಯನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ PO ಎಂಬ ಮಾರ್ಗವಾಗಿ ಬರುತ್ತಿದ್ದ ಕಿರಣವು ನೀರಿನಲ್ಲಿ OQ ಎಂಬ ಮಾರ್ಗವಾಗಿ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಕಿರಣವು ನೀರನ್ನು ಸಂಧಿಸುವ O ಎಂಬಲ್ಲಿ ON ಎಂಬ ಲಂಬವನ್ನೆಳೆದಿದೆ. O ಎಂಬುದನ್ನು ಕೇಂದ್ರವಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡು NPQ ಎಂಬ ವೃತ್ತವನ್ನು ರಚಿಸಿದೆ. P ಮತ್ತು Q ಗಳಿಂದ ON

ಎಂಬ ಗೆರೆಯಮೇಲೆ Pp ಮತ್ತು Qq ಎಂಬ ಲಂಬರೇಖೆಗಳನ್ನೆಳೆದಿದೆ. ಹೀಗೆಯೇ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಕಿರಣದಮಾರ್ಗವನ್ನು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿಯೂ ನೀರಿನಲ್ಲಿಯೂ ಬರೆದು ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದಂತಹ ರಚನೆಯನ್ನು ಮಾಡಿ ನೋಡೋಣ. ಆಗ Pp ಎಂಬುದರ ಉದ್ದವನ್ನು Qq ಎಂಬುದರ ಉದ್ದದಿಂದ ಭಾಗಿಸಿದರೆ ಬರುವ ಲಬ್ಧ ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಕಿರಣವು ಗಾಳಿಯಿಂದ ನೀರಿನೊಳಕ್ಕೆ ಬರುವಾಗ ಈ ಲಬ್ಧ $\frac{4}{3}$ ಆಗಿಯೂ, ಗಾಳಿಯಿಂದ ಗಾಜಿನೊಳಕ್ಕೆ ಬಂದರೆ $\frac{3}{2}$ ಆಗಿಯೂ ಇರುತ್ತದೆ. ಈ ಲಬ್ಧಕ್ಕೆ ಆ ವಸ್ತುವಿನ (ಎಂದರೆ ನೀರಿನ ಅಥವಾ ಗಾಜಿನ) ಭಂಗ ಸೂಚಕವೆಂದು (Refractive Index) ಹೆಸರು.

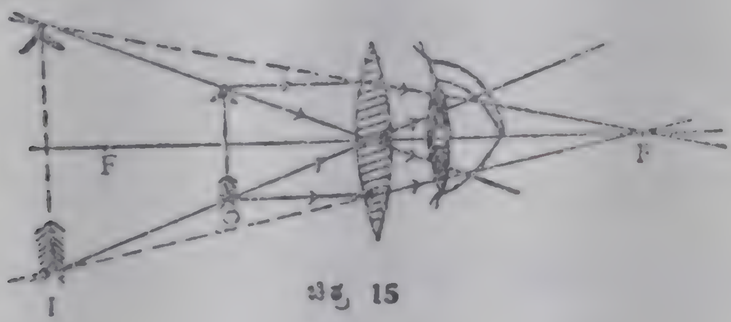
ಆಳವಾದ ಬಟ್ಟಲಿನ ತಳದಲ್ಲಿ ಒಂದು ನಾಣ್ಯವನ್ನಿಟ್ಟದೆಯೆನ್ನೋಣ. ಬಟ್ಟಲ ಅಂಚಿನ ಬಳಿ ಕಣ್ಣನ್ನಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ನೋಡಿದರೆ ತಳದಲ್ಲಿರುವ ನಾಣ್ಯ ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ. ಕಣ್ಣು ಹೀಗೆಯೇ ಇರುವಾಗ ಬಟ್ಟಲಿನ ತುಂಬ ನೀರನ್ನು ತುಂಬಿದರೆ ಅದು ಕಾಣತೊಡಗುವುದು. ಈ ವಿಷಯವನ್ನು ಕ್ರಿ. ಶ. 1ನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿಯೇ ಕ್ಲಿಯೋಮಿಡೀಸ್ ಎಂಬಾತನು ಹೊರಗೆಡವಿದನು. 13ನೆಯ ಚಿತ್ರ ಇದು ಹೇಗೆ ಆಗುವುದೆಂಬುದನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಇದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿಯೇ ತಿಳಿಯಾದ ನೀರಿನ ಕೊಳದ ತಳವನ್ನು ನೋಡಿದರೆ ಅದರ ಆಳವು ನಿಜವಾಗಿರುವುದರ $\frac{3}{4}$ ಭಾಗ ಮಾತ್ರವಿರುವಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ.

ನೀರಿನ ಭಂಗ ಸೂಚಕವು $\frac{4}{3}$ ಎಂದೂ, ಗಾಜಿನ ಭಂಗ ಸೂಚಕವು $\frac{3}{2}$ ಎಂದೂ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದೆಯಷ್ಟೆ? ಆದರೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕುಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ ಅವುಗಳಿಗೆ ಭಂಗ

ಸೂಚಕದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪಸ್ವಲ್ಪ ಭೇದವಿರುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಬಿಳಿಯ ಬೆಳಕು ಅನೇಕ ಬೇರೆಬೇರೆ ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕುಗಳ ಮಿಶ್ರಣ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಬಿಳಿಯ ಬೆಳಕು ಒಂದು ಮೂಲೆಯ ಗಾಜಿನ (Prism) ಮೂಲಕ ಹೋಗುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ ಆ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿರುವ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಣ್ಣದ ಕಿರಣಗಳು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ವರ್ಣಪಂಕ್ತಿ ಕಾಣತೊಡಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು 14ನೆಯ ಚಿತ್ರದಿಂದ ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಸೂರ್ಯನ ಕಿರಣಗಳು ಮಳೆಯ ಹನಿಗಳ ಮೂಲಕ ಭಂಗಹೊಂದುವಾಗ ಬಣ್ಣಗಳು ಬೇರೆಯಾಗುವುದರಿಂದಲೇ ಕಾಮನ ಬಿಲ್ಲು ಕಾಣುವುದು.

ಮಸೂರಗಳು (Lenses)—ವರ್ತುಳವಾದ ಮೇಲ್ಮೈಯುಳ್ಳ ಗಾಜುಗಳನ್ನು ಕನ್ನಡಕಗಳಿಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸುವುದನ್ನು ಎಲ್ಲರೂ ನೋಡಿರುವರು. ಇಂತಹ ಗಾಜುಗಳಿಗೆ ಮಸೂರಗಳೆಂದು (Lens) ಹೆಸರು. ಮಧ್ಯೆ ದಪ್ಪವಾಗಿ ತುದಿಯಲ್ಲಿ ತೆಳ್ಳಗಿರುವ ಮಸೂರಗಳಿಗೆ ಉಬ್ಬುಗಾಜುಗಳೆಂದೂ (Convex Lenses), ತುದಿಯಲ್ಲಿ ದಪ್ಪವಾಗಿ ಮಧ್ಯೆ ತೆಳ್ಳಗಿರುವ ಮಸೂರಗಳಿಗೆ ತಗ್ಗುಗಾಜುಗಳೆಂದೂ (Concave Lenses) ಹೆಸರಿಡಬಹುದು. ಉಬ್ಬುಗಾಜುಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಸೂರ್ಯನ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಒಂದುಗೂಡುವಂತೆ ಮಾಡಿ ಆ ಸಂಗಮ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ (Focus) ಒಂದು ಕಾಗದವನ್ನು ಇಟ್ಟರೆ ಅದು ಹೊತ್ತಿಕೊಳ್ಳುವುದು. ಹೀಗೆ ಕಾಗದ ಮುಂತಾದುವುಗಳನ್ನು ಸುಡುವುದರಿಂದ ಇವುಗಳನ್ನು ಸುಡುವ ಗಾಜುಗಳೆಂದೂ (Burning Glass) ಕರೆಯುತ್ತಿದ್ದರು. ಇವುಗಳನ್ನು ಈ ರೀತಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವುದು ಪ್ರಾಚೀನ ಈಜಿಪ್ಟ್, ಬ್ಯಾಬಿಲೋನಿಯಾ ಮುಂತಾದ ದೇಶ

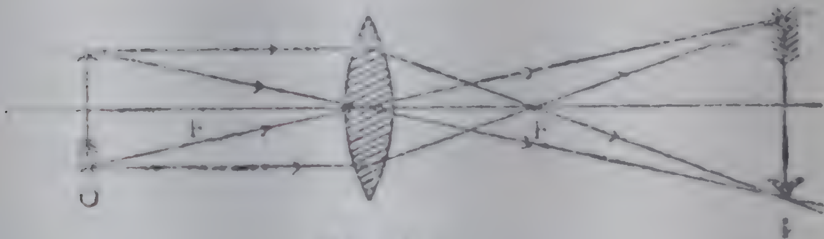
ದವರಿಗೆ ತಿಳಿದಿತ್ತು. ಬೈಸಿಕಲ್‌ಗಳಿಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಎಣ್ಣೆಯ ದೀಪಗಳಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಉಬ್ಬುಗಾಜುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇಂತಹ ಗಾಜುಗಳ ಮೂಲಕ ಸಂಗಮ ಬಿಂದುವಿಗಿಂತ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ನೋಡಿದರೆ ಅವು ದೊಡ್ಡದಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಇದನ್ನು 15ನೆಯ ಚಿತ್ರದಿಂದ ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ವಜ್ರಪರೀಕ್ಷಕರೂ, ಗಡಿಯಾರವನ್ನು ಸರಿಮಾಡುವವರೂ ಇಂತಹ ಗಾಜುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಚಾಲೀಸವಿರುವವರು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಕನ್ನಡಕಗಳ ತತ್ವವೂ ಇದೇ. ಇಂಥವರಿಗೆ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿರುವ ಸಣ್ಣವಸ್ತುಗಳು ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ. ಉಬ್ಬುಗಾಜಿನಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಪ್ರತಿಬಿಂಬ ದೊಡ್ಡದಾಗಿಯೂ, ವಸ್ತುವಿಗಿಂತ ದೂರದಲ್ಲಿಯೂ ಇರುವುದು. ಇದು 15ನೆಯ ಚಿತ್ರದಿಂದ



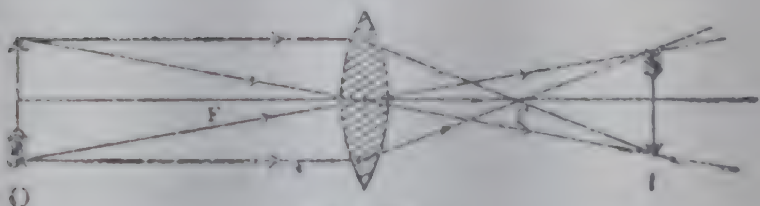
ಚಿತ್ರ 15

ತಿಳಿಯುವುದು. ಆದುದರಿಂದ ಇಂತಹ ಗಾಜಿರುವ ಕನ್ನಡಕಗಳನ್ನು ಹಾಕಿಕೊಂಡರೆ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುಗಳು ದೂರದಲ್ಲಿರುವಂತೆಯೂ ದೊಡ್ಡದಾಗಿಯೂ ಕಾಣುವುದರಿಂದ ಚಾಲೀಸವಿರುವವರಿಗೂ, ದಿೀರ್ಘ ದೃಷ್ಟಿಯುವರಿಗೂ (Long Sight) ಅನುಕೂಲವಾಗುವುದು. ಈ ತೆರದ ಉಬ್ಬುಗಾಜುಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ವಸ್ತುಗಳ ತಲೆ ಕೆಳಗಾದ ಸತ್ಯಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳನ್ನು

ಪರದೆಯ ಮೇಲೆ ಬೀಳಿಸಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಸತ್ಯಪ್ರತಿಬಿಂಬ ವುಂಟಾಗಬೇಕಾದರೆ ವಸ್ತುವು ಸಂಗಮ ಬಿಂದುವಿಗಿಂತ ಆಚೆ ಇರಬೇಕು. ವಸ್ತುವು ಈ ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿದ್ದಷ್ಟೂ ಪ್ರತಿಬಿಂಬ ದೊಡ್ಡದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಸಂಗಮ ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಗಾಜಿನ ಮಧ್ಯಕ್ಕೆ ಇರುವ ದೂರಕ್ಕೆ ಸಂಗಮದೂರವೆಂದು (Focal length) ಹೆಸರು. ವಸ್ತುವಿಗೂ ಗಾಜಿಗೂ ಮಧ್ಯೆ ಇರುವ



ಚಿತ್ರ 16



ಚಿತ್ರ 17

ದೂರ ಸಂಗಮದೂರದ ಎರಡರಷ್ಟಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾದರೆ ಪ್ರತಿಬಿಂಬ ವಸ್ತುವಿಗಿಂತ ಸಣ್ಣದಾಗಿರುವುದು. ಈ ಎರಡು ಸಂದರ್ಭಗಳನ್ನೂ 16, 17ನೆಯ ಚಿತ್ರಗಳಿಂದ ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಈ ಚಿತ್ರಗಳಿಂದ ಜನಜೀವನದಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ಎರಡು ಉಪಕರಣಗಳ ಮುಖ್ಯ ತತ್ವವನ್ನು ತಿಳಿಯಬಹುದು. 16ನೆಯ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿರುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿಯೇ ಚಲನ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿರುವ ಆಕೃತಿಗಳ ದೊಡ್ಡ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಪರದೆಯ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವಂತೆ ಮಾಡುವರು. 17ನೆಯ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿರುವಂತೆ

ಫೋಟೊ ತೆಗೆಯುವ ಕ್ಯಾಮೆರದಲ್ಲಿ ವಸ್ತುಗಳ ಸಣ್ಣ ಪ್ರತಿಬಿಂಬ ಫೋಟೋ ತೆಗೆಯುವ ಗಾಜಿನಮೇಲೆ ಬೀಳುವುದು.

ತಗ್ಗು ಗಾಜುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವಾಗಲೂ ವಸ್ತುವಿಗಿಂತ ಸಣ್ಣದಾಗಿ ತಲೆ ಮೇಲಾಗಿರುವ ಮಿಥ್ಯಾ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವೇ ಉಂಟಾಗುವುದು. ಇದನ್ನು 18ನೆಯ ಚಿತ್ರದಿಂದ ತಿಳಿಯಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 18

ಸಮೀಪ ದೃಷ್ಟಿಯಿರುವವರು (Short Sight) ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿ ಏರ್ಪಡುವಂತೆ ಈ ತೆರದ ಗಾಜುಗಳುಳ್ಳ ಕನ್ನಡಕಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವರು. ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಗಾಜಿನ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿಯೇ ಏರ್ಪಡುವುದೆಂಬುದು 18ನೆಯ ಚಿತ್ರದಿಂದ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ತಿಳಿಯುತ್ತದೆ.

---

೪. ದೂರದರ್ಶಕ ಮತ್ತು ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ

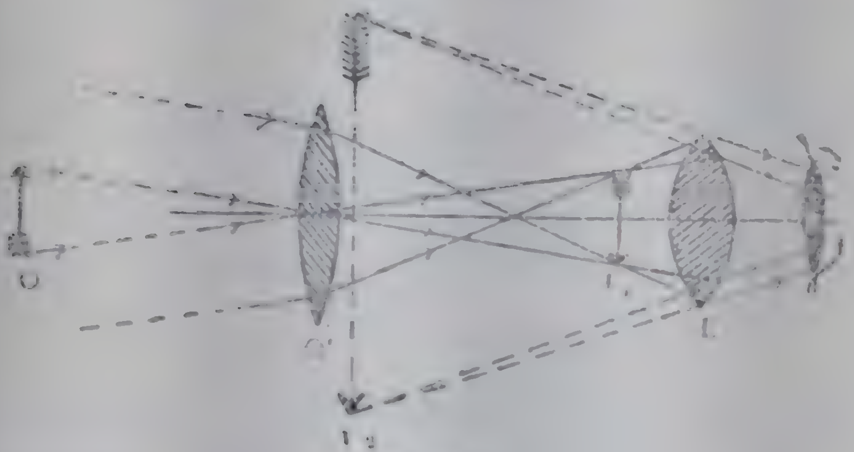
(The Telescope and the Microscope)

ದೂರದರ್ಶಕ—ಉಬ್ಬು ಗಾಜಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳು ಏರ್ಪಡುವ ರೀತಿಯನ್ನು ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿದೆ. ದೂರದಲ್ಲಿರುವ

ವಸ್ತುವಿನ ಸಣ್ಣ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಸಂಗಮ ಬಿಂದುವಿನ ಬ
ಉಂಟಾಗುವುದು. ಈ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ದೊಡ್ಡದಾಗಿ ಕಾಣ
ವಂತೆ ಇನ್ನೊಂದು ಉಬ್ಬು ಗಾಜನ್ನಾಗಲಿ ತಗ್ಗು ಗಾಜ
ನ್ನಾಗಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೆ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುವನ್ನು
ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿ ನೋಡಿದಂತಾಗಿ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಕಾಣುವುದು. ಹೀಗ
ಎರಡು ಗಾಜುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೆ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ
ವಸ್ತು ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿರುವ ಹಾಗೆ ಕಾಣುವಂತೆ ಮಾಡಬಹುದೆಂದು
ಹಿಂದಿನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ರೋಜರ್ ಬೇಕರ್ ಮುಂತಾದ ಕೆಲವರು
ಹೇಳಿದ್ದರು. ಆದರೆ ಸರಿಯಾದ ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು ಮಾಡಿ
ದುದು 1608 ರಲ್ಲಿ. ಲಿಪ್ಪರ್‌ಷೇ (Lippershey) ಎಂಬ
ಡಚ್ ಕನ್ನಡಕ ವ್ಯಾಪಾರಿಯು ಎರಡು ಗಾಜುಗಳನ್ನು ಹಿಡಿ
ದುಕೊಂಡು ದೂರದ ಗೋಪುರವೊಂದನ್ನು ನೋಡುತ್ತಿದ್ದಾಗ
ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು ಮಾಡುವ ರೀತಿ ಅವನಿಗೆ ಹೊಳೆಯಿತಂತೆ.
ಅದೇ ಸುಮಾರಿನಲ್ಲಿ ಯಾನ್ಸೆನ್ (Jansen) ಎಂಬ ಮತ್ತೊಬ್ಬ
ಡಚ್ ಕನ್ನಡಕ ಮಾಡುವವನೂ ಇದೇ ತೆರದ ದೂರದರ್ಶಕ
ವನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದನು. ಹೀಗೆ ದೂರದರ್ಶಕವು ನಿರ್ಮಿತ
ವಾಯಿತೆಂದು ಕೇಳಿ ಗಲಿಲಿಯೋ (Galileo) ಎಂಬ ಇಟಾ
ಲಿಯನ್ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನು ಇನ್ನೂ ಒಳ್ಳೆಯ ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು
ನಿರ್ಮಿಸಿ ಗುರುಗ್ರಹದ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನೂ, ಸೂರ್ಯನ ಮೇಲಿ
ರುವ ಮಚ್ಚೆಗಳನ್ನೂ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ತನ್ನ ಹೊಸ ಶೋಧನೆಯನ್ನು
ಹೊರಗೆಡವಿದನು. ಈ ವಿಷಯಗಳೆಲ್ಲಾ ಆ ಕಾಲದ ನಂಬಿಕೆಗೆ
ವಿರುದ್ಧವಾಗಿದ್ದುದರಿಂದ ದೇಶದಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಅಲ್ಲೋಲಕಲ್ಲೋಲ
ವುಂಟಾಗಿ, ಕ್ರೈಸ್ತಮತಾಧಿಕಾರಿಗಳು ಗಲಿಲಿಯೋವನ್ನು
ಬಂಧನದಲ್ಲಿಟ್ಟರು. ಆದರೆ ಸತ್ಯವನ್ನು ಮುಚ್ಚಲಾದೀತೆ?

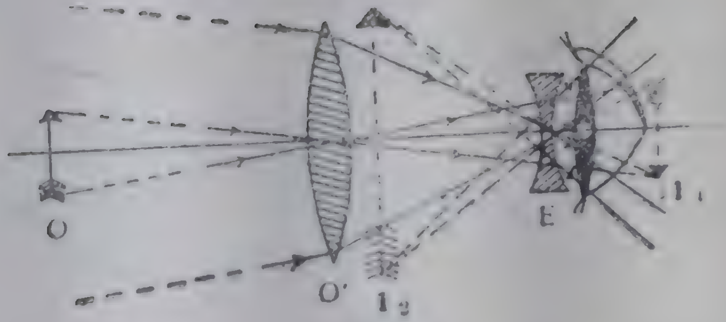
ಗಲಿಲಿಯೋವಿನ ಶೋಧನೆಗಳು ಹಿಂದಿನ ನಂಬಿಕೆಗಳಿಗೆ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸಿದುವು.

ದೂರದರ್ಶಕದ ಸಾಮಾನ್ಯ ರಚನೆಯನ್ನು 19, 20 ನೆಯ ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ನೋಡಬಹುದು. ಹೆಚ್ಚು ಸಂಗಮದೂರ



ಚಿತ್ರ 19

ವುಳ್ಳ O^1 ಎಂಬ ಒಂದು ಉಬ್ಬುಗಾಜು ದೂರದ ವಸ್ತುವಿನ ತಲೆಕೆಳಗಾದ ಸತ್ಯಪ್ರತಿಬಿಂಬವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. I_1 ಎಂಬ ಈ ಸತ್ಯಪ್ರತಿಬಿಂಬವನ್ನು E ಎಂಬ ಮತ್ತೊಂದು ಉಬ್ಬುಗಾಜಿನಮೂಲಕ ನೋಡುವುದಕ್ಕಾಗುವಂತೆ ಮಾಡಿದೆ. ಈ ಗಾಜಿನ ಸಂಗಮದೂರ ಕಡಮೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಸತ್ಯಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಇದರ ಸಂಗಮಬಿಂದುವಿಗಿಂತ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ದೂರದ ವಸ್ತುವಿನ ದೊಡ್ಡದಾದ ಮತ್ತು ತಲೆಕೆಳಗಾದ I_2 ಎಂಬ ಮಿಥ್ಯಾಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಮೊದಮೊದಲು ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟ ಉಪಕರಣಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡನೆಯ ಉಬ್ಬುಗಾಜಿಗೆ ಬದಲಾಗಿ ತಗ್ಗುಗಾಜನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. 20ನೆಯ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರು

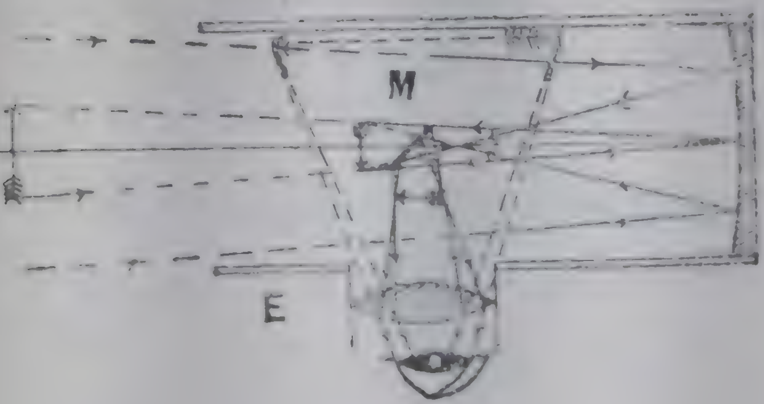


ಚಿತ್ರ 20

ವಂತೆ ಈ ತಗ್ಗು ಗಾಜು ದೂರದ ವಸ್ತುವಿನ ಸತ್ಯಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಉಂಟಾಗುವ ಸ್ಥಳಕ್ಕಿಂತ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿ ಇಡಲ್ಪಟ್ಟಿರುವುದರಿಂದ ಇದರಲ್ಲಿ ತಲೆಮೇಲಾದ ದೊಡ್ಡ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಕಾಣುತ್ತದೆ.

ದೂರದ ವಸ್ತುಗಳು ಮತ್ತಷ್ಟು ದೊಡ್ಡದಾಗಿ ಕಾಣುವುದಕ್ಕೋಸ್ಕರ ಮತ್ತಷ್ಟು ದೊಡ್ಡ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಮಾಡಲು ಹೊರಟಾಗ ಹೊಸದೊಂದು ನ್ಯೂನತೆ ತಲೆದೋರಿತು. ಮೂಲೆಯ ಗಾಜಿನಲ್ಲಿ ಬಣ್ಣಗಳು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಲ್ಪಡುವಂತೆ ಉಬ್ಬು ಅಥವಾ ತಗ್ಗು ಗಾಜುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ಬಣ್ಣಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗುವುದರಿಂದ ಪ್ರತಿಬಿಂಬದ ಅಂಚುಗಳಲ್ಲಿ ಬಣ್ಣಗಳು ಕಾಣತೊಡಗಿ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿರುವುದು ತಪ್ಪಿಹೋಗುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ನ್ಯೂಟನ್ ಎಂಬ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನು ಉಬ್ಬುಗಾಜಿಗೆ ಬದಲಾಗಿ ತಗ್ಗುಗನ್ನಡಿಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿದನು. ಈ ತೆರದ ಉಪಕರಣವನ್ನು 21ನೆಯ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ C ಎಂಬ ತಗ್ಗುಗನ್ನಡಿಯು ದೂರದ ವಸ್ತುವಿನ ಸತ್ಯಪ್ರತಿಬಿಂಬವನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಏರ್ಪಡುವುದಕ್ಕೆ ಮೊದಲೇ M ಎಂಬ ಸಣ್ಣ ಕನ್ನಡಿಯನ್ನಿಟ್ಟು ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಒಂದು ಮಗ್ಗುಲಿಗೆ ಬರುವಂತೆ ಮಾಡಿದೆ. ಅದು ದೊಡ್ಡದಾಗಿ ಕಾಣುವಂತೆ E ಎಂಬ

ಉಬ್ಬುಗಾಜನ್ನಿಟ್ಟಿದೆ. 100 ಅಂಗುಲ ಅಗಲದ ತಗ್ಗುಗನ್ನಡಿಯನ್ನುಳ್ಳ ದೊಡ್ಡ ದೂರದರ್ಶಕವು ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನದ



ಚಿತ್ರ 21

ಮೌಂಟ್ ವಿಲ್ಸನ್ ಎಂಬಲ್ಲಿದೆ. ಈಚೆಗೆ 200 ಅಂಗುಲ ಅಗಲದ ಕನ್ನಡಿಯುಳ್ಳ ಬಹು ದೊಡ್ಡ ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು ಅದೇ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಮಾಡಿಮುಗಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಕನ್ನಡಿಯನ್ನಿಟ್ಟಿರುವ ಕೊಳವೆ 20 ಅಡಿ ಅಗಲವಾಗಿಯೂ 60 ಅಡಿ ಉದ್ದವಾಗಿಯೂ ಇದೆ. ಈ ದೂರದರ್ಶಕದ ಚಲಿಸುವ ಭಾಗದ ಭಾರವೇ 425 ಟನ್‌ಗಳು. ಇದೇ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಅತ್ಯಂತ ದೊಡ್ಡ ದೂರದರ್ಶಕ. ಇದನ್ನು ಮೌಂಟ್ ಪಾಲಿಮಾರ್ ಎಂಬಲ್ಲಿ ಇಟ್ಟಿದಾರೆ.

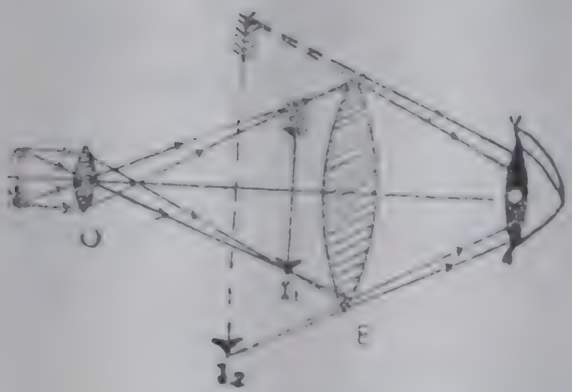
18ನೆಯ ಶತಮಾನದ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಡಾಲಂಡ್ (Dollond) ಎಂಬಾತನು ಉಬ್ಬು ಗಾಜುಗಳಲ್ಲಿ ಬಣ್ಣಗಳು ಕಾಣಿಸುವುದರಿಂದ ಉಂಟಾದ ತೊಂದರೆಯನ್ನು ತಪ್ಪಿಸುವ ಬಗೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಒಂದು ಜಾತಿಯ ಗಾಜಿನಿಂದ ಮಾಡಿದ ಉಬ್ಬುಗಾಜಿನೊಡನೆ ಮತ್ತೊಂದು ಜಾತಿಯ ಗಾಜಿನಿಂದ ಮಾಡಿದ ತಗ್ಗುಗಾಜನ್ನು ಸೇರಿಸುವುದೇ ಈತನು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಮಾರ್ಗ. ಈ ಮಾರ್ಗ ತಿಳಿದಮೇಲೆಯೇ ಈ ತೆರದ ದೊಡ್ಡ

ದೊಡ್ಡ ದೂರದರ್ಶಕಗಳನ್ನು ಮಾಡುವುದಕ್ಕಾದುದು. 40
ಅಂಗುಲ ಅಗಲದ ಉಬ್ಬುಗಾಜುಳ್ಳ ದೂರದರ್ಶಕವು ಯರ್ಕ್ಸ್
ವೇಧಶಾಲೆಯಲ್ಲಿದೆ (Yerkes Observatory). ಇದೇ ಈ
ತೆರದ ಉಪಕರಣಗಳಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ದೊಡ್ಡದು.

ದೂರದರ್ಶಕಗಳು ಸುಧಾರಣೆ ಹೊಂದಿದಂತೆಲ್ಲ ಖಗೋಳ
ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞಾನವು ಬೆಳೆದುಬಂದಿದೆ. ಸೂರ್ಯನು ಒಂದು ಸಾಧಾರಣ
ನಕ್ಷತ್ರವೆಂದೂ, ಆಕಾಶಗಂಗೆಯು (Milky Way) ಇಂತಹ
ಅನೇಕ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಒಂದು ನೀಹಾರಿಕೆ (Nebula)
ಯೆಂದೂ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಇಂತಹ ನೀಹಾರಿಕೆಗಳು ಎಷ್ಟೋ
ಇರುವುವೆಂದೂ, ಅವುಗಳೊಂದೊಂದೂ ನಮ್ಮ ಪ್ರಪಂಚದಂತಹ
ಪ್ರಪಂಚವೆಂದೂ, ಅವುಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಒಳಗೊಂಡ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡವು
ಅನಂತವಾಗಿದ್ದರೂ ಮೇರೆಯುಳ್ಳದ್ದಾಗಿದೆಯೆಂದೂ ತಿಳಿದು
ಬಂದಿದೆ. ಈಗ ಹೊಸದಾಗಿ ನಿರ್ಮಿತವಾಗಿರುವ 200 ಅಂಗುಲದ
ದೂರದರ್ಶಕದ ಸಹಾಯದಿಂದ ನಮ್ಮ ಜ್ಞಾನವು ಮತ್ತೆಷ್ಟು
ಬೆಳೆಯುವುದೆಂಬುದನ್ನು ಬದುಕಿ ನೋಡುವವರೇ ಧನ್ಯರು.

ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ—ಉಬ್ಬುಗಾಜನ್ನು 15ನೆಯ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ
ರುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೆ ಸಣ್ಣವಸ್ತುಗಳು ದೊಡ್ಡ
ದಾಗಿ ಕಾಣುವುವೆಂದು ಹಿಂದೆಯೇ ತಿಳಿದೆವು. ಈ ರೀತಿಯ
ಸುಲಭವಾದ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವನ್ನು (Simple Microscope)
ಪ್ರಾಚೀನಕಾಲದಿಂದಲೂ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದರೆಂದು ಊಹಿ
ಸಲು ಕಾರಣಗಳಿವೆ. ಆದರೆ ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು ರಚಿಸಿದ
ಕಾಲದಲ್ಲಿಯೇ, ಎಂದರೆ 1590ರ ಸುಮಾರಿನಲ್ಲಿ ಹಿಂದೆ ಹೇಳಿದ
ಯಾನ್ಸೆನ್ ಎಂಬ ಕನ್ನಡಕ ವ್ಯಾಪಾರಿಯು ಸಂಯುಕ್ತ
ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವನ್ನು (Compound Microscope) ನಿರ್ಮಿ

ಸಿದನೆಂದು ಪ್ರತೀತಿಯಿದೆ. ಈ ತೆರದ ಉಪಕರಣದ ತತ್ವವನ್ನು 22ನೆಯ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ O ಎಂಬ



ಚಿತ್ರ 22

ಕಡಮೆ ಸಂಗಮ ದೂರವುಳ್ಳ ಉಬ್ಬುಗಾಜಿನ ಸಂಗಮಬಿಂದುವಿನ ಆಚೆ ವಸ್ತುವಿರುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಈ ವಸ್ತುವಿಗಿಂತ ದೊಡ್ಡದಾಗಿ ತಲೆಕೆಳಗಾಗಿರುವ I_1 ಎಂಬ ಸತ್ಯಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಏರ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಇದು ಇನ್ನೂ ದೊಡ್ಡದಾಗಿ ಕಾಣಲೋಸುಗ E ಎಂಬ ಉಬ್ಬುಗಾಜನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದೆ. ಇದರಿಂದ I_2 ಎಂಬ ದೊಡ್ಡದಾದ ಮಿಥ್ಯಾಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಏರ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಎರಡು ಗಾಜುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವುದರಿಂದ ದೊಡ್ಡ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳುಂಟಾದರೂ ಮೊದಮೊದಲು ಬಣ್ಣಗಳು ಕಾಣುತ್ತಿದ್ದುದರಿಂದ ಈ ತೆರದ ಉಪಕರಣವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಡಾಲ್ಲಡ್ ಎಂಬಾತನು ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿದಂತೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಜಾತಿಯ ಎರಡು ಗಾಜುಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಸೇರಿಸಿ ಒಂದು ಗಾಜಿನಂತೆ ಉಪಯೋಗಿಸುವುದರಿಂದ ಈ ನ್ಯೂನತೆಯನ್ನು ಹೋಗಲಾಡಿಸಿದನು.

ಅಲ್ಲಿಂದ ಈಚೆಗೆ ಬೆಳಕಿನ ಸ್ವರೂಪವೂ ಹೆಚ್ಚು ನಿಷ್ಕರ್ಷೆಯಾಗಿ ತಿಳಿದಮೇಲೆ ವಸ್ತುವಿಗಿಂತ 2000, 3000 ಮಡಿ ದೊಡ್ಡದಾದ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಕಾಣುವಂತಹ ಉತ್ತಮವಾದ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳು ನಿರ್ಮಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಆಕಾರಗಳುಳ್ಳ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಜಾತಿಯ ಗಾಜುಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ನ್ಯೂನತೆಗಳಿಲ್ಲದೆ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಏರ್ಪಡುವಂತೆ ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಸುಧಾರಣೆಯಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸಿದವನು ಆಬೆ (Abbe) ಎಂಬಾತನು. ಟ್ಸೈಸ್ (Zeiss) ಎಂಬ ದೊಡ್ಡ ಕೈಗಾರಿಕೆಯ ನಿಪುಣನೂ ಆಬೆ ಎಂಬ ಈ ವೈಜ್ಞಾನಿಕನೂ ಸಹಕರಿಸಿದುದರ ಫಲವಾಗಿ ಜರ್ಮನಿಯಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವೇ ಮೊದಲಾದ ಅನೇಕ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುವ ದೊಡ್ಡ ಕೈಗಾರಿಕೆ ಬೆಳೆದು ಬಂದು ಬಹು ಪ್ರಸಿದ್ಧವಾಗಿದೆ. ಈ ಸುಧಾರಿಸಿದ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರವು ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಬೆಳೆದುದಲ್ಲದೆ, ವೈದ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ಆರೋಗ್ಯಶಾಸ್ತ್ರಗಳೂ ಬಹಳವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಟ್ಟಿವೆ. ರೋಗಗಳಿಗೆ ಕಾರಣಗಳಾದ ಅಣುಜೀವಿಗಳ ಮತ್ತು ಕ್ರಿಮಿಗಳ ರಚನೆ, ಸ್ವಭಾವ, ಬೆಳವಣಿಗೆ ಮೊದಲಾದುವುಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳೇ ಮುಖ್ಯ ಆಧಾರವಾಗಿವೆ. ಟೈಫಾಯಿಡ್, ಕ್ಷಯ, ಕಾಲರಾ ಮುಂತಾದ ಅನೇಕ ವಿಷಮರೋಗಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಬೇಕಾದರೆ, ರೋಗಿಯ ಶರೀರದಲ್ಲಿ ಈ ರೋಗಕಾರಕಗಳಾದ ಕ್ರಿಮಿಗಳು ಇವೆಯೋ ಎಂಬುದನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳ ಮೂಲಕ ಪರೀಕ್ಷಿಸಬೇಕು. ಹಿಂದೆ ಅನೇಕ ರೋಗಗಳನ್ನು ಹೀಗೆ ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾಗಿ ಗುರುತಿಸಲಾಗುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಲದೆ ಈ ಅಣುಜೀವಿಗಳನ್ನೂ ಕ್ರಿಮಿಗಳನ್ನೂ ನಾಶಪಡಿಸುವ

ಔಷಧಗಳ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಆಗುವ ಫಲಿತಾಂಶವನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಬೇಕಾದರೂ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳಿಲ್ಲದೆ ಆಗುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಹೀಗೆ ಮಾನವಜೀವವನ್ನು ದುಃಖಮಯವಾಗಿ ಮಾಡಿರುವ ಅನೇಕ ವ್ಯಾಧಿಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ, ಅವುಗಳನ್ನು ಗುಣಪಡಿಸುವ ಸಾಧನಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದು ನಮ್ಮ ಸುಖವನ್ನು ವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಲು ಸಹಾಯಕವಾದ ಕೀರ್ತಿ ಈ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ ಯಂತ್ರದ ಪಾಲಿಗೆ ಸೇರಿದುದಾಗಿದೆ.

---

೬. ದೃಷ್ಟಿ ಮತ್ತು ಬಣ್ಣಗಳು

(Vision and Colour)

ಬೆಳಕಿನ ಕೆಲವು ಗುಣಗಳನ್ನೂ ಅವುಗಳ ಆಧಾರದಿಂದ ನಿರ್ಮಿತವಾದ ಕೆಲವು ಉಪಕರಣಗಳನ್ನೂ ವರ್ಣಿಸಿದುದಾಯಿತು. ಈಗ ಪದಾರ್ಥಗಳು ನಮಗೆ ಕಾಣುವ ಬಗೆಯನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ವಿಮರ್ಶಿಸೋಣ. ಇದರಿಂದ ಬೆಳಕಿನ ಸ್ವರೂಪವೆಂತಹುದೆಂದು ತಿಳಿಯಲು ಸಹಾಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಹಿಂದಿನಿಂದಲೂ ಚರ್ಚೆಗಳು ನಡೆದುಬಂದಿವೆ. ಇವುಗಳಿಗೆ ನಮ್ಮ ದಿನಚರಿಯ ಅನುಭವವನ್ನೇ ಆಧಾರವಾಗಿ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಪದಾರ್ಥಗಳು ಸ್ವಯಂಪ್ರಕಾಶವುಳ್ಳವುಗಳಾದರೆ ಅವು ನಮಗೆ ಕಾಣುವುವೆಂಬುದನ್ನು ಹೇಳಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ. ಸ್ವತಃ ಪ್ರಕಾಶವಿಲ್ಲದ ವಸ್ತುಗಳು ಕಾಣಬೇಕಾದರೆ ಬೆಳಕು ಬೇಕು. ಈ ಎರಡು ಬಗೆಯ ಪದಾರ್ಥಗಳು ಕಾಣಬೇಕಾದರೂ ಕಣ್ಣು ಸರಿಯಾಗಿರಬೇಕು. ಈ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ಆಧಾರವಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ಹಿಂದಿನವರು ನಮಗೆ

ವಸ್ತುಗಳು ಕಾಣುವ ರೀತಿಯೆಂತಹುದೆಂದು ವಿಚಾರಮಾಡಲು ಹೊರಟರು. ಪೈಥಾಗೊರಾಸ್ (Pythagoras) ಎಂಬ ಪ್ರಾಚೀನ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನ ಅನುಯಾಯಿಗಳು ಬೆಳಕೆಂಬುದು ಅನಿರ್ವಚನೀಯವಾದ ಯಾವುದೋ ಒಂದು ಬಗೆಯ ವಸ್ತುವೆಂದೂ, ಪದಾರ್ಥಗಳು ಈ ವಸ್ತುವನ್ನು ಹೊರಸೂಸುತ್ತವೆಯೆಂದೂ, ಈ ಪ್ರಸಾರವು (Emanation) ಕಣ್ಣಿನ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದರೆ ವಸ್ತು ಕಾಣುವುದೆಂದೂ ವಾದಿಸಿದರು. ಪ್ಲೇಟೋ (Plato) ಎಂಬ ತತ್ವಜ್ಞನ ಮತದವರು ಪದಾರ್ಥದಿಂದ ಒಂದು ಪ್ರಸಾರವೂ ಕಣ್ಣಿನಿಂದ ಒಂದು ಪ್ರಸಾರವೂ ಹೊರಡುವುವೆಂದೂ, ಇವೆರಡೂ ಸಂಧಿಸಿ ಪದಾರ್ಥದ ಆಕಾರವನ್ನು ಹೊಂದುವುದರಿಂದ ಪದಾರ್ಥಗಳು ಕಾಣುವುವೆಂದೂ ಸಾಧಿಸಿದರು. ಅರಿಸ್ಟಾಟಲ್ (Aristotle) ಎಂಬ ಮಹಾ ಪಂಡಿತನು ಬೆಳಕೆಂಬುದು ಒಂದು ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಲ್ಲಿ(Medium) ಉಂಟಾಗುವ ಕ್ರಿಯಾವಿಶೇಷವೆಂದು ಹೇಳಿದನು. ಆದರೆ ಬಹುಕಾಲದವರೆಗೆ ಪ್ಲೇಟೋವಿನ ಶಿಷ್ಯರ ಮತವೇ ಪ್ರಚಾರದಲ್ಲಿತ್ತು. ನಮ್ಮ ವೇದಾಂತ ಗ್ರಂಥಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇದೇ ಅಭಿಪ್ರಾಯ ಅಲ್ಲಲ್ಲಿ ಕಂಡು ಬರುತ್ತದೆ. ಈಚೆಗೆ ತಿಳಿದುಬಂದಿರುವ ಸಂಗತಿಗಳಿಂದ ಈ ಮತವು ಗ್ರಾಹ್ಯವಲ್ಲವೆಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಇದಲ್ಲದೆ ಆಗಿನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅನೇಕರು ಕತ್ತಲೆಯೆಂಬುದು ಒಂದು ಪದಾರ್ಥವೆಂದೂ ಬೆಳಕು ಅದನ್ನು ನಾಶಪಡಿಸುವ ವಸ್ತುವೆಂದೂ ತಿಳಿದಿದ್ದರು. ಬೇರೆಬೇರೆ ಬಣ್ಣಗಳು ಏತಕ್ಕೆ ಕಾಣುತ್ತವೆಯೆಂಬುದಕ್ಕೆ ಯಾವ ಕಾರಣವನ್ನೂ ಸರಿಯಾಗಿ ಕೊಡುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಆಯಾ ಬಣ್ಣವುಳ್ಳ ವಸ್ತುಗಳ ಹುಟ್ಟುಗುಣವೇ ಅದೆಂದು ಹೇಳುತಿದ್ದರು.

ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣುಗಳ ಒಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ನರಗಳಿಂದ ತುಂಬಿದ ರೆಟಿನಾ (Retina) ಎಂಬ ಪೊರೆ ಕಣ್ಣುಗುಡ್ಡೆಯ ಹಿಂದುಗಡೆಯಲ್ಲಿದೆ. ಮುಂಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ ಕಣ್ಮಣಿಯು (Crystalline lens) ಉಬ್ಬುಗಾಜಿನಂತೆ ಇರುವುದರಿಂದ ಹೊರಗಿನ ವಸ್ತುಗಳ ತಲೆಕೆಳಗಾದ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳು ಈ ರೆಟಿನಾದ ಮೇಲೆ ಬೀಳುತ್ತವೆ. ಬೆಳಕು ಹೀಗೆ ಬಿದ್ದ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ರಿಯಾವಿಶೇಷವೊಂದು ನಡೆಯುವುದರಿಂದ ನರಗಳು ಉದ್ವೇಗಗೊಂಡು ನಮ್ಮ ಮೆದುಳಿನಲ್ಲಿ ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಕಂಡೆವೆಂಬ ಭಾವನೆಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಕಣ್ಣನ್ನು ಮುಚ್ಚಿಕೊಂಡು ರೆಪ್ಪೆಯನ್ನು ಉಜ್ಜಿಕೊಂಡರೆ ಮುಸಕುಮುಸಕಾದ ಬೆಳಕು ಕಂಡಂತಾಗುತ್ತದೆ. ಕಣ್ಣಿನ ನರಗಳು ಉದ್ವೇಗಗೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ ಬೆಳಕೆಂಬ ತಿಳಿವಳಿಕೆಯು ನಮಗೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆಯೆಂಬುದು ಇದರಿಂದ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತದೆ. ಕಣ್ಣಿನ ಮುಂಭಾಗದ ಪಾರದರ್ಶಕತ್ವವು (Transparency) ನಾಶವಾದರೂ, ರೆಟಿನಾವಿಗೆ ಅಪಾಯವುಂಟಾದರೂ ಕಣ್ಣು ಕಾಣುವುದು ತಪ್ಪಿಹೋಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಪದಾರ್ಥದ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದು ನಾನಾ ಕಡೆಗೆ ಪ್ರಸರಿಸಿದ ಬೆಳಕು ಕಣ್ಮಣಿಯ ಮೂಲಕ ಭಂಗಹೊಂದಿ ರೆಟಿನಾದ ಮೇಲೆ ಪದಾರ್ಥದ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವನ್ನುಂಟುಮಾಡಿ ಪದಾರ್ಥವು ನಮಗೆ ಕಾಣುವಂತೆ ಮಾಡುವುದೆಂಬುದು ಸ್ಥಿರಪಡುತ್ತದೆ. ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಣ್ಣಗಳು ಕಾಣುವುದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವನ್ನು ಯಂಗ್ (Young) ಮತ್ತು *ಹೆಲ್ಮ್‌ಹೋಲ್ಟ್ಸ್ (Helmholtz) ಎಂಬವರು ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸಿರುವರು. ರೆಟಿನಾದ ನರಗಳಲ್ಲಿ ಮೂರು

* ಈ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ಭಿನ್ನಾಭಿಪ್ರಾಯಗಳಿವೆ; ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಇದು ಒಂದು.

ಜಾತಿಗಳಿರುವುವೆಂದೂ, ಒಂದು ಜಾತಿಯದು ಉದ್ವೇಗ ಗೊಂಡರೆ ಕೆಂಪು ಬಣ್ಣದ ಭಾವನೆಯನ್ನೂ ಇನ್ನೊಂದು ಹಸರು ಬಣ್ಣದ ತಿಳುವಳಿಕೆಯನ್ನೂ, ಮತ್ತೊಂದು ನೀಲಿ ಅಥವಾ ಊದಾ ಬಣ್ಣದ ಭಾವನೆಯನ್ನೂ ಉಂಟುಮಾಡು ವುವೆಂದು ಇವರ ಮತ. ಆಯಾ ಜಾತಿಯ ನಗರಗಳನ್ನು ಉದ್ವೇಗಗೊಳಿಸಬಲ್ಲ ಬೆಳಕು ಆಯಾ ಬಣ್ಣವಾಗಿಯೂ ಎರಡು ಅಥವಾ ಮೂರು ಜಾತಿಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಕಡಮೆ ಯಾಗಿ ಉದ್ವೇಗಗೊಳಿಸುವ ಬೆಳಕು ಉಳಿದ ಇತರ ಬಣ್ಣ ಗಳಲ್ಲೊಂದಾಗಿಯೂ ಕಾಣುವುದೆಂದು ಇವರು ಸಾಧಿಸಿ ದರು. ಮೂರು ಬಗೆಯ ನರಗಳನ್ನೂ ಒಂದೇ ಸಮನಾಗಿ ಉದ್ವೇಗಗೊಳಿಸಬಲ್ಲ ಬೆಳಕು ಬೆಳ್ಳಗೆ ಕಾಣುವುದು. ಪದಾ ರ್ಥಗಳ ಮೇಲೆ ಬಿಳಿಯ ಬೆಳಕು ಬಿದ್ದಾಗ ಅದರಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಭಾಗವನ್ನು ಅವು ನುಂಗಿಬಿಡುತ್ತವೆ. ಉಳಿದ ಬೆಳಕು ಯಾವ ಬಣ್ಣದ್ದೋ ಪದಾರ್ಥವು ಆ ಬಣ್ಣದ್ದಾಗಿ ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ. ಹೇಗೆಂದರೆ ಅರಿಸಿನದ ಮೇಲೆ ಬಿಳಿಯ ಬೆಳಕು ಬಿದ್ದರೆ ಅದ ರಲ್ಲಿರುವ ಹಳದಿಯ ಭಾಗವನ್ನು ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿ ಉಳಿದ ಭಾಗ ವನ್ನು ನುಂಗಿಬಿಡುವುದರಿಂದ ಅರಿಸಿನ ಹಳದಿಯಾಗಿ ಕಾಣು ತ್ತದೆ. ಪದಾರ್ಥದ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಹೀಗೆ ನುಂಗ ಲ್ಪಡದೆ ಉಳಿಯುವ ಭಾಗವಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಆ ಪದಾರ್ಥವು ಕಪ್ಪಾಗಿ ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ. ಪಾರದರ್ಶಕ ಪದಾರ್ಥಗಳಾದರೋ ತಾವು ಯಾವ ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕನ್ನು ತಮ್ಮ ಮೂಲಕ ಹೋಗ ಗೊಡುವುವೋ ಆ ಬಣ್ಣವುಳ್ಳವುಗಳಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಕೆಂಪು ಗಾಜು ಕೆಂಪು ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕನ್ನು ಹಾಯ್ದು ಹೋಗಗೊಡು ವುದರಿಂದ ಕೆಂಪಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ನೀಲಿಯ ಬೆಳಕನ್ನು

ಹೋಗಲು ಬಿಡುವ ಗಾಜು ನೀಲಿಯಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಈ ಎರಡು ಗಾಜುಗಳನ್ನೂ ಒಂದರ ಮುಂದೆ ಇನ್ನೊಂದನ್ನಿಟ್ಟು ಅವುಗಳ ಮೂಲಕ ನೋಡಿದರೇನಾಗುವುದು? ಕೆಂಪು ಗಾಜಿನೊಳಗಿಂದ ಬಂದ ಕೆಂಪು ಬೆಳಕು ನೀಲಿ ಗಾಜಿನೊಳಗೆ ಅಡಗಿ ಹೋಗುವುದರಿಂದ ಅದರ ಮೂಲಕ ಏನೂ ಹೊರಕ್ಕೆ ಬರಲಾರದು. ಆದುದರಿಂದ ಎರಡು ಗಾಜುಗಳನ್ನೂ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಹಿಡಿದರೆ ಕಪ್ಪಾಗಿ ಕಾಣುವುವು. ಬಿಳಿಯ ಪ್ರಕಾಶದಲ್ಲಿ ನೀಲಿಯಾಗಿ ಕಾಣುವ ಹೂವು ನೀಲಿ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಮತ್ತಷ್ಟು ನೀಲಿಯಾಗಿ ಕಾಣುವುದು. ಆದರೆ ಹಳದಿ ಬೆಳಕು ಮಾತ್ರವೇ ಆ ಹೂವಿನ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದರೆ ಅದು ಕಪ್ಪಗೆ ಕಾಣುವುದು. ಕೆಲವರ ಕಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಕೆಂಪು (ಅಥವಾ ಹಸರು, ನೀಲಿ) ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕಿನಿಂದ ಉದ್ವೇಗಗೊಳ್ಳುವ ನರಗಳು ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಅವರನ್ನು ಬಣ್ಣಗುರುಡರೆಂದು (Colour blind) ಹೇಳುತ್ತೇವೆ.

ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾದ ಬಣ್ಣಗಳುಳ್ಳ ಫೋಟೋಗಳನ್ನು ತೆಗೆಯುವುದೂ ಅಂತಹ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಅಚ್ಚು ಹಾಕುವುದೂ ಬಣ್ಣದ ಸಿನಿಮಾ ಫಿಲ್ಮುಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುವುದೂ ಈಚೆಗೆ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ತತ್ವಗಳನ್ನು ತಳಹದಿಯಾಗಿ ಇಟ್ಟುಕೊಂಡಿದ್ದಾರೆ. ಆದರೆ ಈ ವಿಷಯವನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ವಿಸ್ತಾರವಾಗಿ ವರ್ಣಿಸಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

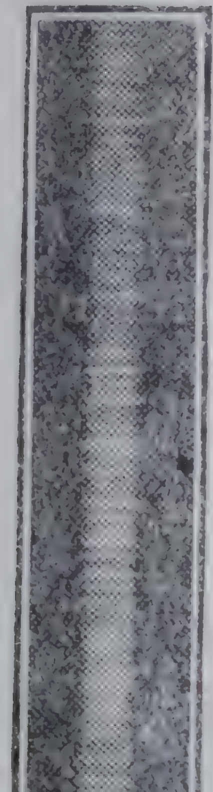
ರೋಹಿತ ದರ್ಶಕ (Spectroscope)– ಈಗ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ಮೂಲದಿಂದ ಹೊರಟ ಬೆಳಕನ್ನು ಒಡೆದು ಅದರಲ್ಲಿ ಸೇರಿರುವ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಣ್ಣದ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸುವ ಬಗೆಯನ್ನು ನೋಡೋಣ. ಮಿಶ್ರವಾದ

ಬೆಳಕು ಮೂಲೆಯ ಗಾಜಿನ ಮೂಲಕ ಹೋಗುವಾಗ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಣ್ಣದ ಕಿರಣಗಳು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಲ್ಪಡುವುವೆಂದು ಹಿಂದೆಯೇ ತಿಳಿದೆವು. ಹೀಗೆ ಮೂಲೆಯ ಗಾಜನ್ನೊಂದನ್ನೇ ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೆ ಒಂದು ಬಣ್ಣದ ಕಿರಣಗಳು ಹತ್ತಿರವಿರುವ ಮತ್ತೊಂದು ಬಣ್ಣದ ಕಿರಣಗಳೊಡನೆ ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ಕಲೆತು ಹೋಗುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದ ಶುದ್ಧವಾದ ಬಣ್ಣಗಳು ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಕೊರತೆಯನ್ನು ತಪ್ಪಿಸುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಬೆಳಕನ್ನು ಒಂದು ಕೊಳವೆಯ ತುದಿಯಲ್ಲಿರುವ ಇಕ್ಕಟ್ಟಾದ ನಿಡುಗಂಡಿ (Slit)ಯ ಮೂಲಕ ಬರುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ಈ ಕಂಡಿ ಆ ಕೊಳವೆಯ ಇನ್ನೊಂದು ತುದಿಯಲ್ಲಿರುವ ಉಬ್ಬುಗಾಜಿನ ಸಂಗಮಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಇರುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಅದರ ಮೂಲಕ ಬಂದ ಕಿರಣಗಳೆಲ್ಲಾ ಉಬ್ಬುಗಾಜನ್ನು ಹಾಯ್ದು ಬಂದ ಮೇಲೆ ಒಂದೇ ನೇರವುಳ್ಳವುಗಳಾಗಿ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿ (Parallel) ಇರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳು ಮೂಲೆಯ ಗಾಜಿನ ಮೂಲಕ ಬಂದ ಮೇಲೆ ಒಂದು ದೂರದರ್ಶಕದ ಸಹಾಯದಿಂದ ನೋಡಿದರೆ ನಿಡುಗಂಡಿಯ ಬಣ್ಣಬಣ್ಣದ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳು ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಈ ಉಪಕರಣಕ್ಕೆ ರೋಹಿತದರ್ಶಕವೆಂದೂ, ನಿಡುಗಂಡಿಯ ಬಣ್ಣಬಣ್ಣದ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳ ಗುಂಪಿಗೆ ರೋಹಿತವೆಂದೂ (Spectrum) ಹೆಸರು. 23ನೆಯ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಉಪಕರಣವನ್ನು ತೋರಿಸಿದೆ. ನಿಡುಗಂಡಿಯ ಮೂಲಕ ಬಂದ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಾ ಬಣ್ಣದ ಕಿರಣಗಳೂ ಇದ್ದರೆ ಕಂಡಿಯ ಬಣ್ಣಬಣ್ಣದ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳು ಎಡೆಬಿಡದೆ ಒಂದಕ್ಕೊಂದಕ್ಕೆ ಸೇರಿಕೊಂಡಿರುವುವು. ಇಂತಹ ಬಣ್ಣದ ಸಾಲಿಗೆ ಸಂತತ ರೋಹಿತವೆಂದು (Continuous spectrum)



ಚಿತ್ರ 23

ಹೆಸರು. ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕೂ, ಬೆಳ್ಳಗೆ ಕಾಯ್ದು ಪ್ರಕಾಶವಾಗಿರುವ ಘನಪದಾರ್ಥಗಳ ಬೆಳಕೂ ಎಲ್ಲಾ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನೂ ಒಳಗೊಂಡಿರುವುದರಿಂದ ಅವು ಸಂತತ ರೋಹಿತವನ್ನುಂಟು ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಕಾಯ್ದುದರಿಂದಾಗಲಿ, ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ ಹರಿಯುತ್ತಿರುವುದರಿಂದಾಗಲಿ ಅನಿಲಗಳು ಬೆಳಕನ್ನು ಕೊಡುತ್ತವೆ. ಈ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಾ ಬಣ್ಣಗಳೂ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಯಾವುದೋ ಕೆಲವು ಬಣ್ಣಗಳು ಮಾತ್ರ ಇರುವುದರಿಂದ ರೋಹಿತದಲ್ಲಿ ಇಲ್ಲೊಂದು ಅಲ್ಲೊಂದು ಬಣ್ಣದ ಗೆರೆಗಳನ್ನೆಳೆದಂತೆ ನಿಡುಗಂಡಿಯ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳು ಕಾಣುವುವು. ಇಂತಹ ರೋಹಿತಕ್ಕೆ ರೇಖಾ ರೋಹಿತವೆಂದು (Line Spectrum) ಹೆಸರು. ಒಂದೊಂದು ಅನಿಲದ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲೂ ಆದರದೇ ಆದ ಕೆಲವು ಗೊತ್ತಾದ ಬಣ್ಣಗಳು ಮಾತ್ರ ಇರುತ್ತವೆ. ಆದುದರಿಂದ ಒಂದು ಅನಿಲದ ರೋಹಿತದಲ್ಲಿರುವ ಬಣ್ಣ ಬಣ್ಣದ ಗೆರೆಗಳ ಜೋಡಣೆಯು ಆ ಅನಿಲದಲ್ಲಿ ಹೊರತು ಇನ್ನೊಂದರಲ್ಲಿ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಅನಿಲಗಳ ರೋಹಿತಗಳಲ್ಲಿ ಗೆರೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯೂ



ಚಿತ್ರ 24

ಸ್ಥಾನಗಳೂ ಜೋಡಣೆಯೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಆದುದರಿಂದ ಒಂದು ರೋಹಿತದಲ್ಲಿ ಗೆರೆಗಳು ಇರುವ ರೀತಿಯನ್ನು ನೋಡಿದರೆ ಅದು ಯಾವ ಅನಿಲದಿಂದ ಉಂಟಾದುದೆಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಕಬ್ಬಿಣದ ಆವಿಯ ಮೂಲಕ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಹರಿಯುವಂತೆ ಮಾಡಿ ಅದು ಬೆಳಕನ್ನು ಕೊಡುತ್ತಿರುವಾಗ ತೆಗೆದ ರೋಹಿತದ ಫೋಟೋವನ್ನು 24ನೆಯ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ. ಈ ಫೋಟೋದಲ್ಲಿ ಬಣ್ಣಗಳು ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ. ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಣ್ಣದ ಗೆರೆಗಳು ಬೆಳ್ಳಗೆ ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ರೋಹಿತವನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಕಣ್ಣಿನಿಂದ ನೋಡಿದರೆ ಬೇರೆಬೇರೆ ಬಣ್ಣಗಳು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆಯೇ ಸೂರ್ಯನ ಮತ್ತು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ರೋಹಿತಗಳನ್ನು ಫೋಟೋ ತೆಗೆದು ಅವುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಸ್ತುಗಳು ಯಾವುವೆಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿರುವರು. ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ, ಯೋಚಿಸುವುದಕ್ಕೂ ಕೂಡ ಆಗದಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರಪಂಚಗಳ ರಚನೆಯ ವಿಷಯವು ನಮಗೆ ತಿಳಿದುಬಂದು ಬುದ್ಧಿಗೆ ಒಂದು ವಿಧವಾದ ವಿಕಾಸವುಂಟಾಗಿದೆ. ಮುಂದೆ

ಇನ್ನೂ ಆಶ್ಚರ್ಯಕರವಾದ ಎಂತಹ ಸಂಗತಿಗಳು ತಿಳಿದುಬರ ಬಹುದೋ! ಜ್ಞಾನ ಬೆಳೆದು ಮಾನವರ ಭವಿಷ್ಯ ಇನ್ನೂ ಭವ್ಯವಾಗುವುದೆಂದು ಆಶಿಸಬಹುದು.

---

೭. ಬೆಳಕಿನ ಸ್ವರೂಪ (The Nature of Light)

ಪದಾರ್ಥಗಳು ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣಲು ಯಾವುದರ ಸಹಾಯ ಬೇಕೋ ಆ ಕಾರಣವಿಶೇಷಕ್ಕೆ ಬೆಳಕೆಂದು ಹೆಸರು. ಇದರ ಸ್ವರೂಪದ ವಿಷಯವಾಗಿ ಹಿಂದಿನವರಲ್ಲಿ ಇದ್ದ ಕೆಲವು ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳನ್ನು ಮೇಲಿನ ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸಲಾಯಿತು. ಇವು ಕ್ರಮಕ್ರಮವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಟ್ಟು ಎರಡು ಮುಖ್ಯವಾದ ಮತಗಳು ಸ್ಪರ್ಧಿಗಳಾಗಿ ನಿಂತುಕೊಂಡವು. ಒಂದು ಮತ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ವೈಜ್ಞಾನಿಕನಾದ ನ್ಯೂಟನ್ನನ (Newton) ಬೆಂಬಲ ದಿಂದ ಪ್ರಚುರತೆಯನ್ನು ಪಡೆಯಿತು. ಇನ್ನೊಂದು ಮತ ವನ್ನು ಹಯ್ಗೆನ್ಸ್ (Huyghens) ಎಂಬ ಡಚ್ ವೈಜ್ಞಾನಿಕನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿದನು.

ನ್ಯೂಟನ್ನನ ಮತದ ಪ್ರಕಾರ ಬೆಳಕೆಂಬುದು ಭಾರರಹಿತ ವಾದ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಕಣಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿದೆ. ಈ ಕಣಗಳು ನೇರ ವಾಗಿ ಸಂಚರಿಸುತ್ತವೆ. ನೆಲದ ಮೇಲೆ ಓರೆಯಾಗಿ ಹೊಡೆದ ಚೆಂಡು ಎದರುಗಡೆಗೆ ಅಷ್ಟೇ ಓರೆಯಾಗಿ ಪುಟನೆಗೆಯುವಂತೆ

ಈ ಕಣಗಳು ಪ್ರತಿಫಲನ ಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಗಾಳಿಯಂತ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ನೀರಿನಂತಹ ಹೆಚ್ಚು ಸಾಂದ್ರತೆಯುಳ್ಳ ವಸ್ತು ನೊಳಕ್ಕೆ ಈ ಕಣಗಳು ಬಂದಾಗ ಸಾಂದ್ರವಾದ ವಸ್ತುವಿ ಕಣಗಳ ಆಕರ್ಷಣೆಯಿಂದ ಇವುಗಳ ವೇಗವು ಹೆಚ್ಚಿ ಬೆಳಕಿ ಕಣಗಳು ಲಂಬರೇಖೆಯ ಸಮೀಪಕ್ಕೆ ಎಳೆಯಲ್ಪಡುತ್ತವೆ ಇದೇ ರಶ್ಮಿಭಂಗಕ್ಕೆ ಕಾರಣ. ಈ ಮತವು ಸರಿಯಾಗಿದ್ದ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವುದಕ್ಕಿಂತ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಾ ಗಿರಬೇಕು.

ಹಯ್ಗೆನ್ಸನ ಮತದ ಪ್ರಕಾರ ಶಬ್ದದ ಅಲೆಗಳಂತೆಯ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳಿವೆ. ಶಬ್ದವು ಪ್ರತಿಫಲನ ಹೊಂದುವಂತೆಯ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳೂ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವುವೆಂದು ತಿಳಿಯಬೇಕು ಶಬ್ದವು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ನೇರವಾಗಿ ಹರಡುವುದು. ಆದರ ಒಂದು ಬಾಗಿಲಿನ ಹೊರಗೆ ಗೋಡೆಯ ಪಕ್ಕದಲ್ಲಿ ನಿಂತ ಮಾತನಾಡಿದರೆ ಒಳಗೆ ಕೇಳುವುದಷ್ಟೆ? ಇದರಿಂದ ಶಬ್ದ ಅಲೆಗಳು ಗೋಡೆಯನ್ನು ಸುತ್ತಿಕೊಂಡು ಬರುವುವೆಂದ ತಿಳಿಯುತ್ತದೆ. ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳೂ ಹೀಗೆ ಅಡ್ಡವಾಗಿರುವ ತಡೆಯನ್ನು ಸುತ್ತಿಕೊಂಡು ಬರುವುವೋ ಇಲ್ಲವೋ ಎಂಬುದು ಹಯ್ಗೆನ್ಸನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ತಿಳಿದಿರಲಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ಆತನು ಈ ವಿಷಯವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ವಿಮರ್ಶಿಸದೆ ರಶ್ಮಿಭಂಗವು ಹೇಗೆ ಉಂಟಾಗುವುದೆಂಬುದನ್ನು ಮಾತ್ರ ವಿವರಿಸಿದನು. ಈ ವಿವರ ಣೆಯ ಪ್ರಕಾರ ಸಾಂದ್ರವಾದ ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಅಲೆಗಳು ಪ್ರಸರಿಸು ವುದಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚು ಅಡಚಣೆಯುಂಟಾಗುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳ ವೇಗ ಕಡಮೆಯಾಗುವುದೆಂದೂ ಈ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಅಲೆಗಳು ಲಂಬರೇಖೆಗೆ ಹತ್ತಿರವಾಗಿ ಬಾಗುವುವೆಂದೂ ಸ್ಥಿರಪಟ್ಟಿತು.

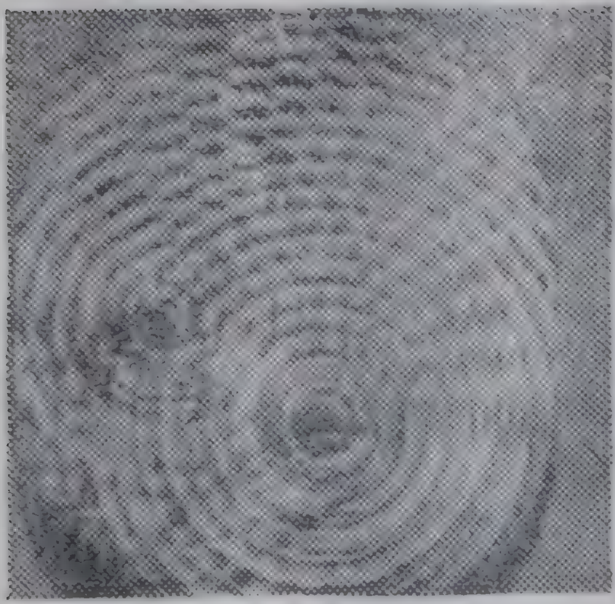
ಇದರಿಂದ ಈ ಮತವು ಸರಿಯಾಗಿದ್ದರೆ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವುದಕ್ಕಿಂತ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕಡಮೆಯಾಗಿರಬೇಕೆಂದು ತಿಳಿದುಬರುವುದು.

ಹೀಗೆ ಈ ಎರಡು ಮತಗಳ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳೂ ಒಂದ ಕ್ಕೊಂದು ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ ಕಂಡುಬಂದುವು. ನ್ಯೂಟನ್ ಮತ್ತು ಹಯ್ಗೆನ್ಸ್ ಇವರ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವನ್ನು ಯಾರೂ ಕಂಡುಹಿಡಿದಿರಲಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಲದೆ ನ್ಯೂಟನ್ನನ ಪ್ರಖ್ಯಾತಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದುದರಿಂದ ಅವನ ಮತವೇ ಹೆಚ್ಚು ಕಾಲ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿದ್ದಿತು. ಈಚೆಗೆ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವನ್ನು ಅಳೆದು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವುದಕ್ಕಿಂತ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ವೇಗವು ಕಡಮೆಯಾಗಿರುವುದೆಂದು ಫೂಕೋ (Foucault) ಎಂಬ ಫ್ರೆಂಚ್ ವೈಜ್ಞಾನಿಕನು ನಿರ್ಧರಿಸಿದನು. ಅಂದಿನಿಂದ ನ್ಯೂಟನ್ನನ ಮತ ಮೂಲೆಗೆ ಬಿದ್ದಿತು.

ನ್ಯೂಟನ್ ಮತ್ತು ಹಯ್ಗೆನ್ಸ್ ಇವರ ಮತಗಳಿಗೆ ವಿರೋಧವುಂಟಾಗಿ ಅವುಗಳಲ್ಲೊಂದು ಕೊನೆಗೆ ಸಿದ್ಧಾಂತವಾದುದು ವೈಜ್ಞಾನಿಕಮಾರ್ಗಕ್ಕೆ ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿದೆ. ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮತವು (Theory) ಜನರ ಒಪ್ಪಿಗೆಯನ್ನು ಪಡೆಯಬೇಕಾದರೆ ಅಷ್ಟರವರೆಗೆ ತಿಳಿದಿರುವ ಯಾವ ಸ್ಪಷ್ಟ ವಿಷಯಕ್ಕೂ (Fact) ಅದು ವಿರುದ್ಧವಾಗಿರಕೂಡದು. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ಹೊಸ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ಯಾವ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಹುಡುಕಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕೆಂಬುದನ್ನೂ ಅದು ತೋರಿಸಿಕೊಡಬೇಕು. ಈ ಮತವನ್ನು (Theory) ಅನುಸರಿಸಿ ತರ್ಕಮಾಡಿ ಯಾವುದಾದರೂ ಊಹೆಯನ್ನು ಮಾಡಿದರೆ ಆ ಊಹೆಯ ಫಲಿತಾಂಶವು ಪ್ರಕೃತಿಗೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿರಕೂಡದು. ಹಾಗೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿದ್ದರೆ ಅಂತಹ ಮತವು ಮಾರ್ಪಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ಸುಧಾರಣೆ ಹೊಂದ

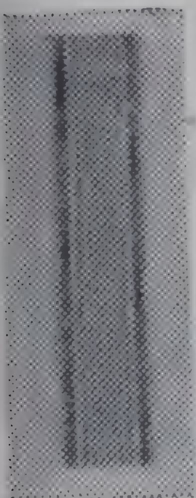
ಬೇಕು. ಆಗಲೂ ಪ್ರಕೃತಿಗೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ ಕಂಡರೆ ಆ ಮತವೂ ನಾಶಹೊಂದುವುದು. ಇದೇ ವಿಜ್ಞಾನಮಾರ್ಗ.

ಹಯ್ಗೆನ್ಸನ ಮತ ಪ್ರಚಾರಕ್ಕೆ ಬರಲು ಯಂಗ್ (Young) ಮತ್ತು ಫ್ರೆನೆಲ್ (Fresnel) ಇವರು ನಡೆಸಿದ ಶೋಧನೆಗಳೂ ಬಹಳ ಮುಖ್ಯ ಕಾರಣಗಳಾದುವು. ಒಂದು ಕೆರೆಯೊಳಕ್ಕೆ ಕಲ್ಲನ್ನೆಸೆದರೆ ಕಲ್ಲುಬಿದ್ದ ಸ್ಥಳದಿಂದ ಅಲೆಗಳು ಸುತ್ತಲೂ ಹರಡುವುದನ್ನು ಎಲ್ಲರೂ ನೋಡಿರುವರು. ಈ ಅಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಏರುಗಳೂ ತಗ್ಗುಗಳೂ ಒಂದರ ಹಿಂದೊಂದು ಇರುವುವು. ಹೀಗೆ ಎರಡು ಸ್ಥಳಗಳಿಂದ ಅಲೆಗಳು ಬರುತ್ತಾ ಒಂದೆಡೆಯಲ್ಲಿ ಎರಡೂ ಸಂಧಿಸಿದರೆ ಅಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ವಿಶೇಷಗಳು ಜರುಗುವುವು. ಒಂದು ಅಲೆಯಿಂದುಂಟಾದ ಏರಿನ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿಯೇ ಇನ್ನೊಂದರಿಂದುಂಟಾದ ತಗ್ಗು ಬಂದರೆ ಎರಡೂ ಸೇರಿ ನೀರಿನ ಮಟ್ಟದಲ್ಲುಂಟಾದ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ನಾಶವಾಗಿ ಆ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಅಲೆಗಳಿಲ್ಲದಂತಾಗುವುದು. ಎರಡು ಅಲೆಗಳ ಏರುಗಳಾಗಲಿ ತಗ್ಗುಗಳಾಗಲಿ ಒಂದೇ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಸೇರಿದರೆ ಏರಿನ ಎತ್ತರವೂ ತಗ್ಗಿನ ಆಳವೂ ಮತ್ತಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಅಲೆಗಳ ಜೋರು ಮತ್ತಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದು. ಹೀಗೆ ಕೆಲವು ಕಡೆಗಳಲ್ಲಿ ಅಲೆಗಳು ಒಂದನ್ನೊಂದು ಹೆಚ್ಚಿಸುವುದೂ ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಕಡೆಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದನ್ನೊಂದು ನಾಶಪಡಿಸುವುದೂ ಆಗಿ ಹೊಸ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಏರ್ಪಡುವುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಅಲೆಗಳ ಸಂಪಾತವೆಂದು (Interference) ಹೆಸರು. ಇದನ್ನು 25ನೆಯ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ. ಇದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ನಿಡುಗಂಡಿಯಿಂದ ಹೊರಟ ಬೆಳಕು ಬಹಳ ಹತ್ತಿರ ಒಂದರ ಮಗ್ಗುಲಲ್ಲಿ ಮತ್ತೊಂದಿರುವ ಎರಡು ನಿಡುಗಂಡಿಗಳ ಮೂಲಕ ಬಂದು ಒಂದೆಡೆಯಲ್ಲಿ ಸೇರಿದರೆ ಕೆಲವು



ಚಿತ್ರ 25

ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಾಶವಾಗಿಯೂ, ಎರಡು ಕಡೆಗಳ ಮಧ್ಯೆ 26ನೆ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಕತ್ತಲೆಯಾಗಿಯೂ ಕಾಣುವುದು. ಯಂಗನ ಈ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಬೆಳಕು ಅಲೆಗಳಾಗಿ ಪ್ರಸರಿಸುವುದೆಂದು ತಿಳಿಯುವುದು.



ಚಿತ್ರ 26

ಅಲೆಗಳು ಅಡ್ಡವಾಗಿರುವ ತಡೆಯನ್ನು ಸುತ್ತಿಕೊಂಡುಬರುವುದೆಂದು ಮೇಲೆಯೇ ತಿಳಿದೆವು. ಆದರೆ ಎಷ್ಟುಮಟ್ಟಿಗೆ ಹೀಗೆ ಸುತ್ತಿಕೊಂಡು ಬರಬಹುದೆಂಬುದನ್ನು ಯೋಚಿಸೋಣ. ಒಂದು ಅಲೆಗೂ ಅದರ ಹಿಂದಿರುವ ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕೂ ಮಧ್ಯೆ ಇರುವ ದೂರಕ್ಕೆ ತರಂಗದೂರವೆಂದು (Wave length) ಹೆಸರು. ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗದೂರವು ಬಹುಕಡಮೆ. ಶಬ್ದದತರಂಗದೂರ ಹೆಚ್ಚು.

ಆದುದರಿಂದ ಶಬ್ದವು ಯಾವ ತಡೆಯನ್ನು ಸುತ್ತಿಕೊಂಡು ಬರಬಹುದೋ ಅಂತಹ ತಡೆಯನ್ನು ಬೆಳಕು ಸುತ್ತಿಕೊಂಡು ಬರಲಾರದು. ಆದರೆ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗ ದೂರಕ್ಕನುಸಾರವಾಗಿ ಸಣ್ಣಗಿರುವ ತಡೆಯನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳು ಈ ತಡೆಯನ್ನು ಸುತ್ತಿಬರುತ್ತವೆ. ಇದಕ್ಕೆ ನಮನವೆಂದು (Diffraction) ಹೆಸರು. ಅಲ್ಲದೆ ತಡೆಯ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕಡೆಗಳನ್ನು ಸುತ್ತಿಕೊಂಡು ಬಂದ ಅಲೆಗಳು ಸಂಪಾತದಿಂದ ಒಂದನ್ನೊಂದು ನಾಶಪಡಿಸಬಹುದು ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚಿಸಬಹುದು. ಸರಿಯಾಗಿ ಗುಂಡಗಿರುವ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಗುಂಡಿನ ನೆರಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರೆ ನೆರಳಿನ ಮಧ್ಯೆ ಪ್ರಕಾಶವಾದ ಬಿಂದು ಪೊಂದಿರುವುದು. ಒಂದು ನಿಡುಗಂಡಿಯಿಂದ ಬರುವ ಬೆಳಕಿನ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕೂದಲನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಕಟ್ಟಿ ಅದರ ನೆರಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರೆ ನೆರಳಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಾಶವಾದ ಮತ್ತು ಕಪ್ಪಗಿರುವ ಪಟ್ಟಿಗಳು ಕಾಣುವುವು. ಇದನ್ನು 27ನೆಯ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ನೋಡಬಹುದು. ಕಣ್ಣನ್ನು ಮುಕ್ಕಾಲುಪಾಲು ಮುಚ್ಚಿಕೊಂಡು ರೆಪ್ಪೆಕೂದಲುಗಳ ಸಂದಿಯಿಂದ ಒಂದು ದೀಪವನ್ನು ನೋಡಿದರೆ ವಿಧವಿಧವಾಗಿ ರಶ್ಮಿಗಳು ಹೋಗುತ್ತಿರುವಂತೆ ಕಾಣುವ ಆಕೃತಿಗಳೂ ಹೀಗೆಯೇ ನಮನದಿಂದ ಉಂಟಾದುವುಗಳು. ಕಣ್ಣಿಗೆ ಅಡ್ಡಲಾಗಿ ಒಂದು ಶಾಲನ್ನು ಹಿಡಿದುಕೊಂಡು ಒಂದು



ಚಿತ್ರ 27

ದೀಪವನ್ನು ನೋಡಿದರೆ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಂತೆ ಚುಕ್ಕಿಗಳೂ ಅವುಗಳ ಸುತ್ತಲೂ ಉಂಗುರಗಳೂ ಕಾಣುವುವು. ಇದೂ ನಮನದ ಫಲವೇ.

ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಅಲೆಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಪ್ರಸರಿಸುವುದೆಂದು ನಿರ್ಧರವಾಯಿತು. ಈ ಅಲೆಗಳ ಸ್ವರೂಪವು ತಿಳಿದು ಬಂದುದು ಮ್ಯಾಕ್ಸ್‌ವೆಲ್ (Maxwell) ಮತ್ತು ಹರ್ಟ್ಸ (Hertz) ಎಂಬ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರ ಶೋಧನೆಗಳಿಂದ. ಮ್ಯಾಕ್ಸ್‌ವೆಲ್ಲನು ಗಣಿತದಿಂದ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಅಲೆಗಳ ವೇಗವೆಷ್ಟಿರಬೇಕೆಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಹರ್ಟ್ಸ ಆದರೋ ಈ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಅಲೆಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುವ ಬಗೆಯನ್ನು ಗೊತ್ತುಮಾಡಿದನು. ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಅಲೆಗಳ ವೇಗವೂ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವೂ ಒಂದೇ ಎಂದು ತಿಳಿದುಬಂದುದರಿಂದ ಮ್ಯಾಕ್ಸ್‌ವೆಲ್ಲನು ಬೆಳಕೆಂಬುದು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಅಲೆಗಳೇ ಇರಬೇಕೆಂದು ಊಹಿಸಿದನು. ಹರ್ಟ್ಸನು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಅಲೆಗಳಿಗೆ ಬೆಳಕಿನ ಗುಣಗಳೇ ಇವೆಯೆಂದು ತೋರಿಸಿದನು. ಈ ಶೋಧನೆಗಳೇ ಈಗ ಇಷ್ಟುಪ್ರಚಾರಕ್ಕೆ ಬಂದಿರುವ ರೇಡಿಯೋವಿಗೆ (Radio) ಮೂಲವಾದುವು.

ಬೆಳಕೂ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಅಲೆಗಳಂತಿದ್ದರೆ ರೇಡಿಯೋದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಅಲೆಗಳಿಗೂ ಬೆಳಕಿಗೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೇನು? ತರಂಗ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಭೇದವೇ? ರೇಡಿಯೋದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಅಲೆಗಳ ತರಂಗದೂರವು ಕೆಲವು ಮೈಲಿಗಳಿಂದ ಹಿಡಿದು ಕೆಲವು ಗಜಗಳಿರುತ್ತದೆ. ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುವ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳಿಗಾದರೋ ಒಂದು ಅಂಗುಲದಲ್ಲಿ $\frac{1}{40,000}$ ಭಾಗದಿಂದ ಹಿಡಿದು $\frac{1}{60,000}$ ಭಾಗದಷ್ಟು ತರಂಗದೂರವಿರುವುದು. $\frac{1}{40,000}$ ಅಂಗುಲ ತರಂಗ ದೂರವುಳ್ಳ ಬೆಳಕು

ಕೆಂಪಗೂ, $\frac{1}{60,000}$ ಅಂಗುಲ ತರಂಗ ದೂರವಿರುವ ಬೆಳಕು ಊದಾ ಬಣ್ಣವಾಗಿಯೂ (Violet) ಕಾಣುವುದು. ಕೆಂಪು ಬೆಳಕಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ತರಂಗ ದೂರವಿರುವ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಅಲೆಗಳು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಬೆಳಕಿನಂತೆ ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ; ಆದರೆ ಶಾಖ ವನ್ನುಂಟುಮಾಡಬಲ್ಲವು. ಊದಾ ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕಿಗಿಂತ ಕಡಮೆ ತರಂಗದೂರವುಳ್ಳ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಅಲೆಗಳೂ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ; ಫೋಟೋ ತೆಗೆಯುವ ಗಾಜಿನ ಮೇಲೆ ಮಾತ್ರ ಊದಾ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳಂತೆಯೇ ಇವೂ ಬದಲಾವಣೆಗಳ ನ್ನುಂಟುಮಾಡುವುವು. ಇಂತಹ ಅತಿರಕ್ತ (Infra-Red) ಮತ್ತು ಅತಿನೀಲ (Ultra-violet) ಕಿರಣಗಳಲ್ಲದೆ ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣದ ಇನ್ನೂ ಅನೇಕ ಬಗೆಯ ರಶ್ಮಿಗಳಿವೆ. ಇವು ಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದುವು ಎಕ್ಸ್‌ರೇಗಳು (X-rays) ಮತ್ತು ಗ್ಯಾಮರಶ್ಮಿಗಳು (Gamma-rays). ಎಕ್ಸರೇಗಳ ತರಂಗ ದೂರವು ದೃಷ್ಟಿ ಗೋಚರವಾಗುವ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗದೂರದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು $\frac{1}{1000}$ ಪಾಲಿನಷ್ಟು ಇರುವುದು. ಗ್ಯಾಮರಶ್ಮಿಗಳ ತರಂಗ ದೂರವು ಇದರ $\frac{1}{1000}$ ಭಾಗವೆನ್ನಬಹುದು. ವಿಶ್ವರಶ್ಮಿ ಗಳಲ್ಲಿ (Cosmic Rays) ಕೆಲಭಾಗವು ಇನ್ನೂ ಸಣ್ಣ ಅಲೆಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿರುವುದು. ಹೀಗೆ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಅಲೆಗಳು ತರಂಗ ದೂರದಲ್ಲಿ ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟು ಉದ್ದದಿಂದ ಹಿಡಿದು ಒಂದು ಅಂಗು ಲದ ಖರ್ವದಲ್ಲೊಂದು ಭಾಗದಷ್ಟರವರೆಗೆ ವ್ಯಾಪಿಸಿವೆ. (ಖರ್ವವೆಂದರೆ ಒಂದು ಲಕ್ಷಕೋಟಿ). ಇಂತಹ ದೃಷ್ಟಿಗೋಚರ ವಲ್ಲದ ಬೆಳಕಿನ ಗುಣಗಳ ಶೋಧನೆಯಿಂದ ನಮ್ಮ ಜ್ಞಾನ ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಬೆಳೆದು ಬಂದಿದೆ. ಅವುಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಈಗಲೂ ನಡೆಯುತ್ತಲೇ ಇವೆ.

೮. ಈಚಿನ ಬೆಳವಣಿಗೆ : ಮುಕ್ತಾಯ

(Recent Developments: Conclusion)

ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿದಂತೆ 19ನೆಯ ಶತಮಾನದ ಅಂತ್ಯದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಅಲೆಗಳೆಂದು ನಿರ್ಧರವಾಯಿತು. ಆದರೆ ಇದರಿಂದ ಬೆಳಕಿನ ಸ್ವರೂಪ ಕಟ್ಟಕಡೆಯಾಗಿ ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾಯಿತೆಂದು ತಿಳಿಯಬಾರದು. ವಿಜ್ಞಾನ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಕಟ್ಟಕಡೆಯ ಸಿದ್ಧಾಂತವೆಂಬ ಮಾತೇ ಇಲ್ಲ. ಹೊಸ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ನಡೆದು ಹೊಸ ಸಂಗತಿಗಳು ತಿಳಿದಂತೆಲ್ಲಾ ಹಿಂದಿನ ಅಭಿಪ್ರಾಯವು ಈ ಹೊಸ ಸಂಗತಿಗಳಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿದೆಯೋ ಇಲ್ಲವೋ ಎಂದು ವಿಮರ್ಶಿಸುತ್ತೇವೆ. ಯಾವುದಾದರೂ ಸಂಗತಿಗಳು ವಿರುದ್ಧವಾಗಿದ್ದರೆ ನಮ್ಮ ಅಭಿಪ್ರಾಯದಲ್ಲಿ ತಕ್ಕ ಮಾರ್ಪಾಡುಗಳನ್ನು ಮಾಡಿ ಈ ವಿರೋಧವನ್ನು ಪರಿಹರಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುತ್ತೇವೆ. ಈ ಪ್ರಯತ್ನವು ಸಫಲವಾಗದಿದ್ದರೆ ಹೊಸದೊಂದು ಊಹೆಯನ್ನು ಮಾಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಊಹೆಯಿಂದ ಸಿದ್ಧಿಸುವ ಇತರ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಮೂಲಕ ಪ್ರಕೃತಿಯೊಡನೆ ಹೋಲಿಸುತ್ತಾರೆ. ಹೀಗೆಯೇ ಜ್ಞಾನ ಬೆಳೆದುಕೊಂಡು ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಸರ್ವಜ್ಞತ್ವವು ಎಂದಿಗೂ ದೊರಕುವುದಿಲ್ಲ. ಅದನ್ನು ಸಾಧಿಸುವುದು ವೈಜ್ಞಾನಿಕರ ಗುರಿಯೂ ಅಲ್ಲ. ಎಷ್ಟೋ ಮತಗಳು ಏಳುತ್ತವೆ, ಬೆಳೆಯುತ್ತವೆ, ನಾಶವಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ವಿಪ್ಲವದ ಮಧ್ಯೆ ಆ ಮತಗಳಿಂದ ಪ್ರೇರಿತವಾದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ನಮ್ಮ ಅನುಭವ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಈ ಅನುಭವಕ್ಕೆ ಚ್ಯುತಿಯಿಲ್ಲ.

ಹರ್ಟ್ಸ ಎಂಬಾತನು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಅಲೆಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡಿ ತೋರಿಸಿದನೆಂದು ಹಿಂದೆ ಹೇಳಿದೆ. ಬೆಳಕೂ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಅಲೆಗಳೂ ಒಂದೇ ಸ್ವರೂಪವುಳ್ಳವುಗಳೆಂದು ತೋರಿಸಲು ಸಹಾಯಮಾಡಿದ ಈತನ ಪ್ರೇರಣೆಯಿಂದಲೇ ನಡೆಸಿದ ಮತ್ತೊಂದು ಪ್ರಯೋಗವು ಈ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಸಂಶಯಬೀಜವನ್ನು ನೆಟ್ಟಿತು. ಒಂದು ಲೋಹದ ತಗಡಿನ ಮೇಲೆ ಅತಿನೀಲ (Ultra-violet) ರಶ್ಮಿಗಳು ಬಿದ್ದರೆ ಆ ತಗಡಿನಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಶೇಖರವಾಗುತ್ತದೆಯೆಂದು ಈ ಪ್ರಯೋಗ ತೋರಿಸಿತು. ಇಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ಕಾರ್ಯವೆಂದು (Photo-electric Effect) ಹೆಸರನ್ನು ಕೊಟ್ಟರು. ಈ ಕಾರ್‍ಯದ ಆಧಾರದಿಂದ ನಿರ್ಮಿಸಿದ ಕೆಲವು ಉಪಕರಣಗಳು [ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶ (Photo-electric Cell) ಮುಂತಾದುವು] ಈಚೆಗೆ ಬಹಳವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಬಂದಿವೆ. ಕತ್ತಲೆಯಾದೊಡನೆ ಬೀದಿಯ ದೀಪಗಳು ತಮ್ಮಷ್ಟಕ್ಕೆ ತಾವೇ ಹತ್ತಿಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ಮಾಡುವುದು, ಕಳ್ಳರು ಬಂದರೆ ಎಚ್ಚರಿಕೆ ಧ್ವನಿ ಮಾಡುವುದು ಮುಂತಾದ ಕೆಲಸಗಳಿಗೆ ಇವುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಈಚೆಗೆ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಅಲೆಗಳ ಮೂಲಕ ದೂರದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ದೃಶ್ಯಗಳ ಚಿತ್ರವನ್ನು ನಮ್ಮ ಮುಂದೆ ಕಾಣುವಂತೆ ಮಾಡುವ ಟೆಲಿವಿಷನ್ (Television) ಎಂಬ ಕಲೆ ವೃದ್ಧಿಗೆ ಬರುತ್ತಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳೇ ಮೂಲಾಧಾರವಾಗಿವೆ. ತತ್ವವನ್ನು ಹುಡುಕುತ್ತಿರುವ ವೈಜ್ಞಾನಿಕನು ಸಂಪಾದಿಸುವ ಜ್ಞಾನ ಹೇಗೆ ಜನಜೀವನವನ್ನುಮಾರ್ಪಡಿಸುತ್ತದೆಯೆಂಬುದಕ್ಕೆ ಇದೊಂದು ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿದೆ.

ಈ ಶೋಧನೆ ನಿತ್ಯಜೀವನದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗವಾದು ದನ್ನು ವರ್ಣಿಸುವುದು ಇಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಲ್ಲ. ಬೆಳಕಿನ ಸ್ವರೂಪದ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಇದ್ದ ಅಭಿಪ್ರಾಯವನ್ನು ಇದು ಹೇಗೆ ಬದಲಾಯಿಸಿತೆಂಬುದನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ತಿಳಿಯಬೇಕಾಗಿದೆ. 1896ರ ವೇಳೆಗೆ ಜೆ. ಜೆ. ಥಾಮ್ಸನ್ ಎಂಬ ವೈಜ್ಞಾನಿಕನ ಶೋಧನೆಗಳ ಫಲವಾಗಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲೂ ಅತಿಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಋಣವಿದ್ಯುತ್ಕಣಗಳು (Negative Particles of Electricity) ಇರುವುವೆಂದು ಸ್ಥಿರಪಟ್ಟಿತು. ಈ ಋಣ ವಿದ್ಯುತ್ಕಣಗಳಿಗೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಲೋಹದ ತಗಡಿನ ಮೇಲೆ ಅತಿ ನೀಲ ರಶ್ಮಿಗಳು ಬಿದ್ದಾಗ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಹೊರದೂಡಲ್ಪಡು ವುವೆಂದೂ ಆದರಿಂದಲೇ ಲೋಹದ ಮೇಲೆ ಧನವಿದ್ಯುತ್ತು (Positive Electricity) ಶೇಖರವಾದಂತೆ ಕಾಣುವುದೆಂದೂ ಗೊತ್ತಾಯಿತು. ಅನಂತರ ಅನೇಕರು ಈ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದರು. ತಗಡಿನಿಂದ ಹೊರಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ವೇಗವನ್ನೂ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನೂ ಗೊತ್ತುಮಾಡಿ, ಇವುಗಳಿಗೂ ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಕಾಶ ಮತ್ತು ಬಣ್ಣ ಇವಕ್ಕೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಕಾಶವು ಹೆಚ್ಚಾದಷ್ಟೂ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದೇ ಹೊರತು ಅವುಗಳ ವೇಗ ಮಾತ್ರ ಬದಲಾಯಿಸುವುದಿಲ್ಲವೆಂದೂ, ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗದೂರವು ಕಡಮೆಯಾದಷ್ಟೂ ಈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ವೇಗ ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದೆಂದೂ ತಿಳಿದು ಬಂತು. ಬೆಳಕು ಅಲೆಗಳಂತಿದೆಯೆಂದು ಇಟ್ಟುಕೊಂಡರೆ ಈ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಇಷ್ಟ

ರಲ್ಲಿ ಇನ್ನು ಕೆಲವು ಪರಿಶೋಧನೆಗಳ ಫಲವಾಗಿ ಪ್ಲಾಂಕ್ (Planck) ಎಂಬ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನು ಮತ್ತೊಂದು ಮತವನ್ನು ಪ್ರಚುರಪಡಿಸಿದನು. ಇದರ ಪ್ರಕಾರ ಬೆಳಕು ಗೊತ್ತಾದ ಪರಿಮಾಣವುಳ್ಳ ತುಂಡುಗಳಾಗಿ ಹೊರಗೆ ಹೊರಡುತ್ತದೆ ಯೆಂದೂ ಈ ಶಕಲಗಳು ಒಂದೊಂದೂ ಒಂದು ಒಟ್ಟೆಂದು (Whole) ತಿಳಿಯಬೇಕೆಂದೂ ಗೊತ್ತಾಗಿತ್ತು. ಈ ಶಕಲ ಗಳಿಗೆ ಕ್ವಾಂಟಂ (Quantum) ಎಂದು ಹೆಸರಿಟ್ಟರು. ಒಂದೊಂದು ಶಕಲದಲ್ಲಿ ಅಡಗಿರುವ ಶಕ್ತಿಯು (Energy) ಬೆಳಕಿನ ಬಣ್ಣವನ್ನವಲಂಬಿಸಿರುವುದೆಂದೂ ತರಂಗದೂರವು ಕಡಮೆಯಾದಷ್ಟೂ ಈ ಶಕ್ತಿ ಹೆಚ್ಚೆಂದೂ ಭಾವಿಸಿದರು. ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ (Einstein) ಎಂಬ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ವೈಜ್ಞಾನಿಕನು ಈ ಊಹೆಯನ್ನವಲಂಬಿಸಿ ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ಕಾರ್ಯದ ವಿಷಯ ದಲ್ಲಿ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡುವ ಮಾರ್ಗ ವನ್ನು ತೋರಿಸಿದನು. ಒಂದೊಂದು ಶಕಲವು ಒಂದೊಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ಹೊರಗೆಡಹುವುದೆಂದೂ ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಕಾಶ ಹೆಚ್ಚಿದಷ್ಟೂ ಈ ಶಕಲಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚೆಂದೂ ತಿಳಿಯ ಬೇಕೆಂದು ಈತನು ಹೇಳಿದನು. ಆದುದರಿಂದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಪ್ರಕಾಶವನ್ನನುಸರಿಸಿ ಹೆಚ್ಚುವುದೇ ಹೊರತು ಒಂ ದೊಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ವೇಗವು ಬದಲಾಯಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ತರಂಗದೂರವು ಕಡಮೆಯಾದರೆ ಶಕಲದ ಶಕ್ತಿ ಹೆಚ್ಚುವುದ ರಿಂದ ಆದು ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ವರ್ಗಾ ಯಿಸಬಲ್ಲುದು. ಆದುದರಿಂದ ತರಂಗದೂರವು ಕಡಿಮೆಯಾ ದಷ್ಟೂ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ವೇಗ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಇದೇ ಐನ್‌ಸ್ಟೈ ನನು ಕೊಟ್ಟ ವಿವರಣೆಯ ಸಾರಾಂಶ.

ಹೀಗೆ ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದರೆ ಬೆಳಕು ಶಕಲಗಳಾಗಿ ಇರುತ್ತದೆಯೆಂದು ಹೇಳಲೇಬೇಕು. ಇದರಂತೆಯೇ ಅನಿಲಗಳ ರೋಹಿತಗಳಲ್ಲಿನ ರೇಖೆಗಳ ಸ್ಥಾನಗಳನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿ ಬೋರ್ (Bohr) ಎಂಬ ಮತ್ತೊಬ್ಬ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ವೈಜ್ಞಾನಿಕನು ಇದೇ ಊಹೆಯನ್ನೇ ಸ್ಥಿರಪಡಿಸಿದನು. ಈಚೆಗೆ ಕಾಂಪ್ಟನ್ (Compton), ಸಿ. ವಿ. ರಾಮನ್ (C. V. Raman) ಮುಂತಾದವರ ಶೋಧನೆಗಳೂ ಇದೇ ಊಹೆಯನ್ನೇ ಮತ್ತಷ್ಟು ದೃಢಪಡಿಸಿದುವು. ಹೀಗೆ ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಅಲೆಗಳಂತೆಯೂ, ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ವಿಷಯಗಳಲ್ಲಿ ಕಣಗಳಂತೆಯೂ ನಡೆದುಕೊಳ್ಳುವುದೆಂದು ತಿಳಿದುಬಂದು ಒಂದು ನಿಶ್ಚಯಕ್ಕೆ ಬರಲು ಅಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು. ಇಷ್ಟರಲ್ಲಿ ದ್ ಬ್ರಾಲ್ಯಿ (De Broglie) ಎಂಬ ಪಂಡಿತನು ಪರಮಾಣುಗಳೂ (Atoms) ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಅಲೆಗಳಂತೆ ವರ್ತಿಸುವುವೆಂದು ಹೇಳಿದನು. ಈ ಅಭಿಪ್ರಾಯವೂ ಸ್ಥಿರಪಟ್ಟಿದೆ. ಈ ದ್ವೈವಿಧ್ಯದ ಫಲವಾಗಿ ಪ್ರಪಂಚದ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡುವ ಮಾರ್ಗವೇ ಬದಲಾಯಿಸಬೇಕೆಂಬ ನಂಬಿಕೆ ಬೆಳೆದು ಬಂದು ವಿಜ್ಞಾನಮಾರ್ಗದ ಗುರಿಯೂ ಸ್ವಲ್ಪ ಮಾರ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಅಂತು ಈಗ ಬೆಳಕಿನ ಸ್ವರೂಪ ಇಂತಹುದೇ ಎಂಬ ನಿಶ್ಚಯ ಇನ್ನೂ ದೂರವಾಗಿಯೇ ಇದೆ.

ಹೀಗೆ ಈ ಚಿಕ್ಕ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಒಂದು ಪ್ರಶ್ನಾರ್ಥಕ ಚಿಹ್ನೆಯಿಂದ ಕೊನೆಗಾಣಿಸಬೇಕಾಗಿದೆ. "ಬೆಳಕಿನ ಸ್ವರೂಪವೇನು?" ಎಂಬ ಈ ಪ್ರಶ್ನೆ ಉತ್ತರವಿಲ್ಲದೆ ಉಳಿಯತಕ್ಕುದಾಗಿದೆ. ಉತ್ತರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಪ್ರಯತ್ನಗಳಂತೂ ಸಂತತವಾಗಿ ನಡೆಯುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತವೆ. ಈ ಉದ್ಯಮದಲ್ಲಿ

ಹೊಸ ಅನುಭವ ಶೇಖರವಾಗುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಹೊಸ ಪ್ರಯೋಗಗಳೂ ಉಪಕರಣಗಳೂ ಈ ಪ್ರಯತ್ನವನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸುತ್ತಲೇ ಬರುತ್ತವೆ. ಜನಜೀವನವೂ ಅನೇಕ ಮಾರ್ಪಾಡುಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿಯೇ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ವಿಶ್ವ ಚೈತನ್ಯದ ಸ್ವರೂಪವಾದ ಈ ಉದ್ಯಮದ ಮಧ್ಯೆ ಜೀವಿಸಿರುವ ನಾವು ಬುದ್ಧಿಪೂರ್ವಕವಾಗಿ ಅದನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಂಡು ಸಹಕರಿಸಲು ಈ ಚಿಕ್ಕ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಹೇಳಿರುವ ವಿಷಯಗಳು ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗಾದರೂ ಉಪಯೋಗವಾಗಲೆಂಬುದೇ ಈ ಲೇಖಕನ ಹಾರೈಕೆ.

ಬಿ. ಬಿ. ಡಿ. ಪವರ್ ಪ್ರೆಸ್, ಅರಳೇಪೇಟೆ, ಬೆಂಗಳೂರು ಸಿಟಿ.

೪೦. ಸಹಕಾರ—ಎಸ್. ಗೋಪಾಲಸ್ವಾಮಿ, ಎಂ.ಎ.
೪೧. * ನಯಸೇನ—ಜಿ. ವೆಂಕಟಸುಬ್ಬಯ್ಯ, ಎಂ.ಎ., ಬಿ.ಟಿ.
೪೨. ಕೌಟಿಲ್ಯ—ಎಂ. ವಿ. ಕೃಷ್ಣರಾವ್, ಎಂ.ಎ., ಬಿ.ಟಿ.
೪೩. * ತೆಲುಗು ಚಾಟುಪದ್ಯಗಳು—ಕೆ. ವೆಂಕಟರಾಮಪ್ಪ, ಎಂ.ಎ.
೪೪. ಮುನಿಸಿಪಾಲಿಟಿಗಳು—ಎಚ್. ಕೃಷ್ಣರಾವ್, ಎಂ.ಎ.
೪೫. * ಲಕ್ಷ್ಮೀಶ—ಎಸ್. ಅನಂತರಂಗಾಚಾರ್, ಎಂ.ಎ., ಬಿ.ಟಿ.
೪೬. * ರುಚಿ—ಎಸ್. ವಿ. ರಂಗಣ್ಣ, ಎಂ.ಎ.
೪೭. * ಕೀಟಗಳು—ಡಿ. ಎಚ್. ವೀರಯ್ಯ, ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ.
೪೮. * ಅಲೆಗಳು—ಕೆ. ಶೇಷಾದ್ರಿಅಯ್ಯಂಗಾರ್, ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ., ಎಲ್‌ಎಲ್.ಬಿ.
೪೯. * ಮುದ್ರಣ—ಟಿ. ಎಸ್. ಶಾಮರಾವ್, ಬಿ.ಎ. (ಆನರ್ಸ್)
೫೦. * ಐವರು ಪ್ರಸಿದ್ಧರಾದ ಭೌತ ವೈಜ್ಞಾನಿಕರು—ಬಿ. ಎ. ಕೃಷ್ಣಸ್ವಾಮಿರಾವ್, ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ.
೫೧. * ಕೃತಕರೇಷ್ಮೆ—ಎಂ. ಷಡಕ್ಷರಸ್ವಾಮಿ, ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ.
೫೨. * ಚೀನರ ಇತಿಹಾಸ ಮತ್ತು ನಾಗರಿಕತೆ—ಎಸ್. ವೆಂಕಟದೇಶಿಕಾಚಾರ್, ಎಂ.ಎ.
೫೩. * ಯುದ್ಧಕಾಲದ ಆರ್ಥಿಕ ಸಮಸ್ಯೆಗಳು—ಎಸ್. ಲಕ್ಷ್ಮೀನರಸಿಂಹಯ್ಯ, ಎಂ.ಎ.
೫೪. * ಆಹಾರ—ಜೆ. ಆರ್. ಲಕ್ಷ್ಮಣರಾವ್, ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ.
೫೫. * ಇಬ್ಸೆನ್ನಿನ ಕೆಲವು ನಾಟಕಗಳು—ಎಸ್. ಮಂಜನಾಥ್, ಎಂ.ಎ.
೫೬. * ಶಬ್ದಪ್ರಪಂಚ—ಆರ್. ಎಲ್. ನರಸಿಂಹಯ್ಯ, ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ.

* ಈ ಪುಸ್ತಕಗಳು ಮುಗಿದುಹೋಗಿವೆ.

ಸಾಧಾರಣ ಪ್ರತಿ ೩ ಆಣೆ; ಉತ್ತಮ ಪ್ರತಿ ೪ ಆಣೆ.

ಕಾರ್ಯದರ್ಶಿ, ಪ್ರಕಟನಶಾಖೆ ಮತ್ತು ವಿಶೇಷೋಪನ್ಯಾಸಗಳು,

ಯೂನಿವರ್ಸಿಟಿ ಆಫೀಸ್, ಮೈಸೂರು.